



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CLORO LIVRE
PRESENTE EM SOLUÇÕES DE HIPOCLORITO DE SÓDIO
UTILIZADAS PARA IRRIGAÇÃO ENDODÔNTICA, EM
CLÍNICAS DE MEDICINA DENTÁRIA.**

Trabalho submetido por **Juliana Marquilhas Coelho** para a
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro, 2016



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CLORO LIVRE PRESENTE EM SOLUÇÕES DE HIPOCLORITO DE SÓDIO UTILIZADAS PARA IRRIGAÇÃO ENDODÔNTICA, EM CLÍNICAS DE MEDICINA DENTÁRIA

Trabalho submetido por **Juliana Marquilhas Coelho** para a
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Professora Doutora Margarida Maria de Mesquita Cabral de Moncada

Trabalho coorientado por
**Professor Doutor José António Mesquita Martins dos Santos e Mestre
Mário Rito Pereira**

outubro, 2016

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

(Fernando Pessoa)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Margarida Moncada, por todo o conhecimento que partilhou comigo e pela preocupação e motivação que me deu para dar sempre o meu melhor na execução desta dissertação.

Ao meu coorientador, Professor Doutor José Martins dos Santos, agradeço toda a dedicação e orientação na estruturação deste trabalho.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Mário Rito Pereira.

À minha família que sempre fez tudo por mim e fez de mim o que sou. Agradeço especialmente aos meus pais, à minha irmã e à minha prima Susana, que sempre me apoiaram em tudo o que precisei durante este percurso.

Agradeço de coração aos amigos que sempre me apoiaram em todos os momentos durante os 5 anos de curso, Cátia, Elma, Rita, Margarida, André Rodeia e Ana Rita.

Ao Ricardo, amigo que levo para a vida, agradeço todo o apoio e amizade que me deu durante estes últimos anos, agradeço também toda a disponibilidade e compreensão que teve comigo sempre que precisei.

Agradeço aos amigos que estiveram comigo desde sempre, João Nuno, António Caleira, Tiago Felício e Tiago Prata.

Ao António Melo Pinho, agradeço toda a paciência e carinho que sempre teve comigo desde o início, agradeço também o apoio e motivação que me deu para terminar este trabalho.

À professora Ana Forjaz, agradeço o facto de sempre ter acreditado em mim, por todas as oportunidades que me deu de aprender e de crescer como pessoa a ajudar os meus colegas.

À professora Cátia Simões, agradeço tudo o que me ensinou e todo o apoio que me deu e continua a dar.

Ao professor Ricardo Almeida agradeço toda a ajuda que me deu na clínica e agradeço por me ter feito acreditar no meu valor e trabalho.

Ao professor José João Mendes agradeço a compreensão e a oportunidade que me deu de poder, mesmo em circunstâncias diferentes dos meus colegas, desenvolver os meus conhecimentos e capacidades clínicas.

Agradeço a todos os professores que tive o prazer de conhecer e com os quais aprendi durante o meu percurso académico.

RESUMO

Objetivos: O propósito deste trabalho é perceber, através da análise de soluções de hipoclorito de sódio, se existe diferença entre as concentrações que os médicos dentistas esperam estar a utilizar e as concentrações obtidas por titulação. Pretende-se também verificar a existência ou ausência de relação entre os resultados obtidos pela análise das soluções com o seu pH, data de compra, local de compra e tipo de solução. Pela análise das soluções ambiciona-se comprovar se as concentrações utilizadas pelas clínicas são suficientes para influenciar a eliminação das bactérias presentes nos canais radiculares, bem como do tecido pulpar.

Materiais e métodos: Para a execução deste trabalho de investigação foram utilizadas soluções de hipoclorito de sódio obtidas em várias clínicas de Medicina Dentária. Soluções essas que foram analisadas através de uma titulação iodométrica para determinar a sua concentração real. Procedeu-se também à medição do pH das soluções. Foi também aplicado um questionário às clínicas que cederam as amostras.

Resultados: Grande parte das clínicas utiliza apenas um tipo de concentração, sendo a maioria destas inferiores a 1%. As concentrações medidas são em média inferiores às esperadas. O pH médio das amostras demonstrou-se superior a 9. Nas restantes variáveis não se verificaram diferenças significativas.

Conclusões: A maioria das clínicas utiliza concentrações insuficientes para a eliminação bacteriana e dissolução de tecidos. O pH destas amostras não se mostrou relevante para a diferença de concentrações medidas e esperadas. Quanto às restantes variáveis, dada a impossibilidade de medir a concentração inicial das amostras no momento da compra não foi possível retirar informações significativas no que diz respeito à sua influência no pH e nas concentrações medidas e esperadas.

Palavras chave: endodontia, hipoclorito de sódio, cloro livre, titulação iodométrica.

ABSTRACT

Purpose: The aim of the present thesis is to understand, through the analysis of sodium hypochlorite solutions, if there is a difference between the concentrations dentists hope to be using and the concentrations obtained by titration. It is also intended to verify the existence or absence of relation between the results obtained through the analysis of solutions with its pH, date of purchase, place of purchase and type of solution. Through the analysis of solutions, one aim to prove if the solutions used by clinics are sufficient to influence the elimination of bacteria which are present in radicular canals as well as in pulp tissue.

Materials and methodology: In order to accomplish this investigation project, sodium hypochlorite solutions from several dental clinics were used. Such solutions were analysed through an iodine titration to determine its real concentration. The pH level of solutions was also measured. A questionnaire was also applied in the clinics which gave the samples.

Results: The majority of the clinics only use a type of concentration, being its bigger part inferior to 1%. The measured concentrations are in average inferior to the expected. The average pH of samples is higher than 9. In what other variables are concerned there weren't significant differences.

Conclusions: The majority of the clinics use insufficient concentrations for bacteria elimination and tissue dissolution. The pH of these samples aren't relevant for the difference between the measured concentrations and the expected ones. In terms of other variables, due to the impossibility of measuring the initial concentration in samples when they are purchased, it wasn't possible to get significant information about its influence in pH and in the measured concentrations and the expected ones.

Keywords: endodontics, sodium hypochlorite, free chlorine, iodine titration.

ÍNDICE

Introdução.....	11
1. Endodontia.....	11
2. Anatomia dentária.....	13
3. Sistema de canais.....	13
4. Polpa dentária.....	13
5. Factores que levam à necessidade de tratamento endodôntico.....	14
6. Soluções de irrigação endodôntica.....	15
7. Hipoclorito de sódio.....	16
7.1. Fontes de obtenção das soluções de hipoclorito de sódio para utilização em medicina dentária.....	16
7.2. Propriedades do hipoclorito de sódio.....	17
7.3. Factores que influenciam a concentração das soluções de hipoclorito de sódio.....	17
7.3.1. Temperatura.....	18
7.3.2. Tempo de armazenamento.....	18
7.3.3. pH.....	18
7.3.4. Tempo de acção.....	19
7.4. Efeitos adversos da utilização de hipoclorito de sódio como irrigante.....	20
7.5. Cloro livre presente nas soluções de hipoclorito de sódio.....	22
7.6. Avaliação da quantidade de cloro livre nas soluções de hipoclorito de sódio.....	22
7.7. A acção do hipoclorito de sódio.....	24
Objectivos.....	26
Materiais e Métodos	27
1. Materiais.....	27
1.1. Selecção da amostra.....	27
1.2. Método de análise das variáveis da investigação.....	27
1.3. Forma de análise das concentrações das amostras.....	27

1.4. Análise estatística dos resultados obtidos nas titulações e nos questionários.....	27
2. Métodos.....	28
2.1. Determinação da concentração das soluções de hipoclorito de sódio.....	28
2.2. Aferição do tiossulfato de sódio.....	28
2.3. Aparelhagem.....	29
2.4. Reagentes.....	29
Resultados.....	31
Discussão.....	49
Conclusões.....	55
Bibliografia.....	59
Anexos	
A - Questionário	
B - Cálculos efetuados para determinação da concentração de hipoclorito de sódio gasto na titulação.	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Lesão tecidular provocada por extravasamento de solução de hipoclorito de sódio.....	21
Figura 2 - Valores médios de pH das amostras analisadas.....	35
Figura 3 - Distribuição das concentrações esperadas nas soluções de hipoclorito de sódio em cada tipo de solução.....	36
Figura 4 - Distribuição das concentrações medidas, em laboratório, nas soluções de hipoclorito de sódio em cada tipo de solução.....	37
Figura 5 - Distribuição dos valores de pH para cada tipo de solução.....	37
Figura 6 - Distribuição das concentrações das soluções de hipoclorito de sódio esperadas nas amostras divididas por local de compra.....	40
Figura 7 - Distribuição das concentrações das soluções de hipoclorito de sódio medidas, em laboratório, nas amostras divididas por local de compra.....	41
Figura 8 - Distribuição do pH das soluções de hipoclorito de sódio das amostras divididas por local de compra.....	42
Figura 9 - Análise da variação entre valores de pH e os diferentes locais de compra das soluções.....	44
Figura 10 - Distribuição das concentrações esperadas nas amostras de hipoclorito de sódio consoante a data da sua compra.....	45
Figura 11 - Distribuição das concentrações medidas consoante a data de compra.....	46
Figura 12 - Distribuição do pH das soluções em cada grupo de datas de compra.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Número de respostas positivas dadas em cada um dos parâmetros avaliados no questionário aplicado.....	31
Tabela 2 - Descrição dos resultados obtidos nas questões presentes no questionário relativamente às várias amostras em estudo.....	32
Tabela 3 - Descrição dos tipos de diluentes, concentrações iniciais e frequência de diluição das amostras de hipoclorito de sódio feitas pela diluição de uma solução inicial.....	32
Tabela 4 - Resultados retirados das titulações efetuadas, bem como das aferições das soluções de tiosulfato executadas para cada amostra titulada.....	33
Tabela 5 - Comparação entre os valores de concentração esperados pelos médicos dentistas e os valores de concentração obtidos através das titulações.....	33
Tabela 6 - Média das concentrações de hipoclorito de sódio esperadas e medidas.....	34
Tabela 7 - Valores de pH medidos, nas amostras de hipoclorito de sódio analisadas em laboratório.....	34
Tabela 8 - Média dos valores de pH das soluções de hipoclorito de sódio.....	35
Tabela 9 - Comparação das médias das concentrações e do pH em cada tipo de solução.....	36
Tabela 10 - Valores de significância dos resultados recolhidos para cada variável, em soluções obtidas por diluição.....	38
Tabela 11 - Valores de significância dos resultados recolhidos para cada variável, em soluções pré-fabricadas.....	38
Tabela 12 - Comparação das médias de pH nas soluções diluídas e pré-preparadas....	39
Tabela 13 - Comparação das médias das concentrações e do pH em cada local de compra das soluções.....	39
Tabela 14 - Valores de significância dos resultados retirados para cada variável, em soluções obtidas no supermercado.....	42
Tabela 15 - Valores de significância dos resultados retirados para cada variável, em soluções obtidas em lojas de materiais de medicina dentária.....	43
Tabela 16 - Valores de significância dos resultados retirados para cada variável, em soluções obtidas em farmácias.....	43
Tabela 17 - Avaliação da relação entre as variáveis e o local de compra.....	44

Tabela 18 - Comparação das médias das concentrações e do pH em cada um dos grupos da data de compra.....	45
Tabela 19 - Valores de significância dos resultados obtidos para cada variável em amostras compradas à menos de uma semana quando recolhidos e analisados.....	47
Tabela 20 - Valores de significância dos resultados obtidos para cada variável em amostras compradas entre uma a duas semanas quando recolhidas e analisadas.....	48
Tabela 21 - Valores de significância para a existência ou ausência de relação entre as variáveis em estudo e a data de compra das amostras analisadas.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS

CHX - Clorohexidina

Cl^- - Cloreto

Cl_2 - Cloro

EDTA – Ácido etilenodiaminotetracético

g - grama

H^+ - ião hidrogénio

H_2O – Água

H_2O_2 – Péroxido de hidrogénio

HOCl – Ácido hipocloroso

I_2 – Iodo

mL - mililitro

NaOCl - Hipoclorito de sódio

NCl - Clorino

NH - Amónia

OCl^- - Ião hipoclorito

OH – Hidróxido

pH – Potencial hidrogénico $pH = -\log[H^+]$

$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ - Ião tetracionato

$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ - Ião tiosulfato

INTRODUÇÃO

1. Endodontia

A endodontia prende-se com a remoção da polpa dentária, que pode apresentar-se inflamada ou necrótica (Fedorowicz et al., 2012), e com a posterior preparação e desinfecção dos canais radiculares, seguindo-se a obturação dos mesmos com um material inerte (Dhillon, Kaushik, & Sharma, 2015; Fedorowicz et al., 2012). Os principais objetivos do tratamento endodôntico são a eliminação das bactérias dos canais dentários, dissolução completa do tecido pulpar remanescente (Dumitriu & Dobre, 2015; Fedorowicz et al., 2012; Pladisai, Ampornaramveth & Chivatxaranukul, 2016; Poggio et al., 2010; Van der Waal, Connert, Laheij, de Soet & Wesselink, 2014) e permitir o preenchimento dos mesmos de modo a impedir reinfeções bacterianas após o tratamento. (Dumitriu & Dobre, 2015; Fedorowicz et al., 2012; Iqbal, 2012; Poggio et al., 2010; Van der Waal, Connert, et al., 2014)

Para ser possível obter sucesso com o tratamento endodôntico, todo o tecido orgânico presente dentro dos canais tem de ser removido, sendo essa eliminação considerada um pré-requisito obrigatório para o sucesso do tratamento (Camps et al., 2009; Dumitriu & Dobre, 2015), isto porque as bactérias e os seus subprodutos são o maior factor etiológico o início, progressão e persistência de periodontite apical (Mercade, Duran-Sindreu, Kuttler, Roig & Durany, 2009). Assim sendo, a desinfecção e limpeza dos canais dentários é imprescindível para o sucesso do tratamento endodôntico (Borin, Becker & Oliveira, 2007; Munoz & Camacho-Cuadra, 2012; Sonja Stojicic, Zivkovic, Qian, Zhang & Haapasalo, 2010). Tal objetivo só é possível através da correta e eficaz irrigação e instrumentação dos canais dentários. (Hargreaves & Cohen, 2016)

A irrigação é importante principalmente porque a instrumentação mecânica por si só pode não ser suficiente para assegurar a desinfecção dos canais (Camps et al., 2009; Dumitriu & Dobre, 2015; Fedorowicz et al., 2012; Gandi, Vasireddi, Gurram & Darasani, 2013; Poggio et al., 2010), até porque já foi provado que mesmo com preparações apicais largas apenas ocorre a redução do número de bactérias e não a sua

total eliminação (Bonsor, Nichol, Reid & Pearson, 2006; Camps et al., 2009; Dumitriu & Dobre, 2015; Fedorowicz et al., 2012), podendo assim a irrigação ser considerada o método primário de desinfecção dos canais após a sua instrumentação (Boutsioukis, Psimma, & Van der Sluis, 2013; Dumitriu & Dobre, 2015).

No que diz respeito às substâncias que podem ser utilizadas como irrigantes endodônticos, sabe-se que o hipoclorito de sódio (NaOCl) é das mais utilizadas entre os médicos dentistas (Bonsor et al., 2006; Borin et al., 2007; Boutsioukis et al., 2013; Camps et al., 2009; Clarkson, Moule, & Podlich, 2001; Farias, Ribeiro, Góis & Ramos, 2011; Fedorowicz et al., 2012; Frai, Ng & Gulabivala, 2001; Gandi et al., 2013; Hargreaves & Cohen, 2016; Poggio et al., 2010; Ribeiro, 2010), e que esta solução deve a sua efetividade como substância química de desinfecção à sua concentração (Borin, 2008; Fukuzaki, 2006), sendo que esta, em percentagem, diz respeito ao peso por volume de cloro livre em solução (Camps et al., 2009; Van der Waal, Connert, et al., 2014).

O facto das soluções de hipoclorito de sódio serem as mais utilizadas como irrigantes em endodontia, deve-se às suas conhecidas propriedades e aos inúmeros estudos que avaliam a sua efetividade contra bactérias de origem endodôntica (Boutsioukis et al., 2013; Camps et al., 2009), especialmente contra biofilmes (Boutsioukis et al., 2013; Salles, Oliveira, Souza, Silva & Paranhos, 2015), bem como à sua capacidade única de dissolver tecidos (Boutsioukis et al., 2013).

Segundo a literatura, concentrações de hipoclorito de sódio entre 0,5 e 5,25% podem ser eficazes para eliminar bactérias patogénicas (Poggio et al., 2010; Van der Waal, Connert, et al., 2014), contudo para a remoção de remanescentes pulpare, dissolução tecidual e de pré-dentina são necessárias concentrações superiores a 1% (Van der Waal, Connert, et al., 2014).

Existem diversos factores que influenciam a concentração das soluções de hipoclorito de sódio, como o tempo e local de armazenamento, exposição à luz, temperatura de armazenamento, entre outros e a influência que estes factores têm sobre a estabilidade da concentração das soluções de hipoclorito de sódio, faz com que seja importante ter noção da concentração que realmente está a ser utilizada

aquando da irrigação canalar, por forma a maximizar a probabilidade de sucesso da desinfecção dos canais dentários (Farias et al., 2011).

2. Anatomia Dentária

O ser humano apresenta em média 32 dentes definitivos na sua constituição (Fernandes & Polido, 1997; Netter, 2011), dividindo-se estes em duas partes, a coroa anatómica e a raiz ou raízes. No que diz respeito à coroa, esta é constituída por dentina e revestida por esmalte, que é o tecido mais mineralizado e resistente do organismo. A raiz é composta por dentina e revestida por cimento, sendo este um tecido conjuntivo especializado, mineralizado e que apresenta na sua estrutura algumas semelhanças com o osso compacto. O centro do dente encontra-se ocupado por uma cavidade anatómica, designada por cavidade pulpar, que tem forma semelhante à anatomia do dente em questão e contém no seu interior a parte não calcificada do tecido dentário, denominada polpa (Fernandes & Polido, 1997).

O espaço entre a dentina e a polpa forma o sistema de canais. Este espaço pode sofrer modificações ao longo dos anos, devido à aposição de dentina secundária e terciária, ocorrendo esta por diversos fatores como é o caso do envelhecimento fisiológico (Hargreaves & Cohen, 2016).

3. Sistema de Canais

O sistema de canais é dividido em duas partes, a câmara pulpar localizada na coroa do dente e a zona dos canais dentários que está localizada nas raízes. Na maioria dos casos o número de canais corresponde ao número de raízes, contudo existem casos de raízes ovais em que se pode encontrar mais do que um canal (Hargreaves & Cohen, 2016).

4. Polpa dentária

A polpa é o tecido vascular circunscrito por tecidos duros, a dentina e o esmalte. Histologicamente a polpa é constituída por odontoblastos, que produzem dentina, numerosos fibroblastos, e células mesenquimatosas não diferenciadas. A matriz é

constituída por colagénio tipo I e II presente de forma aleatória em redor dos vasos sanguíneos e nervos (Dhillon et al., 2015).

Apresenta uma arquitetura complexa com uma única fonte de aporte sanguíneo (Dhillon et al., 2015), existindo uma ou duas arteríolas (Hargreaves & Cohen, 2016; Torabinejad & Walton, 1996) e uma vénula por cada raiz (Hargreaves & Cohen, 2016), em que o acesso é realizado através do ápex, podendo também conter escassas fontes laterais denominadas por canais acessórios (Dhillon et al., 2015). Estes são pequenos canais que têm origem no canal principal e que terminam no periosteio. Em 74% dos casos, os canais acessórios são encontrados no terço apical dos canais, 11% localizam-se no terço médio e 15% no terço coronário. A nível de tratamento endodôntico têm elevada importância, pois podem servir como forma de passagem de irrigantes da polpa para o periosteio, podendo levar ao extravasamento dos irrigantes para os tecidos periapicais. (Hargreaves & Cohen, 2016)

A inervação sensorial da polpa dos dentes é feita através de ramos do nervo trigémeo (Bergenholtz, Horsted-Bindslev & Reit, 2010; Torabinejad & Walton, 1996).

A polpa participa na indução e desenvolvimento dos odontoblastos e da dentina, que induz a formação de esmalte (Torabinejad & Walton, 1996).

5. Fatores que levam à necessidade de tratamento endodôntico

Os dentes estão sujeitos a múltiplas agressões, quer por estímulos mecânicos, quer por microrganismos. No que respeita às agressões por microrganismos sabe-se que estes podem provocar a desmineralização das partes duras do dente desenvolvendo cáries, sendo estas doenças destrutivas, que podem em última instância invadir a polpa. As fraturas dentárias são situações que podem também permitir a entrada de microrganismos até à polpa, provocando posteriormente infeção da mesma (Dhillon et al., 2015; Hargreaves & Cohen, 2016). Existem outros casos em que não há afeção da polpa por microrganismos mas que mesmo assim o tratamento endodôntico pode estar indicado, como se verifica quando é necessário modificar de forma extensa a coroa de um determinado dente ou ainda quando a polpa é afetada por trauma dentário (Fedorowicz et al., 2012).

No que diz respeito à infecção pulpar causada por microrganismos, esta pode levar a vários diagnósticos como a pulpite reversível, pulpite irreversível e necrose. A pulpite reversível consiste na irritação da polpa dentária causada por um determinado estímulo mas que desaparece quando esse estímulo é eliminado, neste caso o tratamento endodôntico não é requerido, sendo o tratamento minimamente invasivo, da lesão de cárie ou da dentina exposta que está a provocar a irritação pulpar, suficiente para eliminar a dor ou a sensibilidade. Na pulpite irreversível há uma afeção da polpa por microrganismos e a eliminação do tecido pulpar afetado é necessária, devendo-se por isso proceder ao tratamento endodôntico. Por fim, a necrose consiste na morte pulpar, em que já não existe aporte sanguíneo à polpa e os nervos já não estão em funcionamento. Quando se dá a necrose total da polpa esta torna-se totalmente assintomática, sendo sintomática apenas em casos onde se verifique a afeção do ligamento periodontal pelos microrganismos presentes no canal. (Hargreaves & Cohen, 2016) Estas duas últimas condições, pulpite irreversível e a necrose, requerem sempre tratamento endodôntico (Dhillon et al., 2015), tratamento este que é relativamente complexo e é uma alternativa à exodontia.

6. Soluções de irrigação endodôntica

O uso de substâncias químicas com o intuito de diminuir e eliminar os microrganismos presentes nos canais dentários sempre esteve presente no tratamento endodôntico. Os meios mecânicos, físicos e químicos formam um procedimento único e simultâneo ao qual se dá o nome de preparação químico-mecânica do canal (Camps et al., 2009; Marion & Manhães, 2012; Pladisai et al., 2016).

A desinfecção tem simultaneamente objetivos mecânicos e biológicos. O mecânico está relacionado com a eliminação da “smearlayer”, lubrificação do canal, dissolução da matéria orgânica, que pode servir de substrato para a reinfeção do canal dentário, e também à dissolução do tecido inorgânico (Boutsioukis et al., 2013; Fedorowicz et al., 2012; Gandi et al., 2013; Hargreaves & Cohen, 2016). A função biológica prende-se com a sua capacidade antimicrobiana (Hargreaves & Cohen, 2016), sendo esta responsável por levar à ruptura dos biofilmes, matando os microrganismos e inativando os seus subprodutos (Boutsioukis et al., 2013). A necessidade dos irrigantes utilizados apresentarem elevada capacidade antimicrobiana

está, em parte, relacionada com o facto dos biofilmes tornarem o desbridamento canalar mais difícil por serem mais resistentes a agentes antimicrobianos do que as bactérias livres e dispersas (Bonsor et al., 2006; Pladisai et al., 2016).

É importante que os médicos dentistas aquando da seleção de um determinado irrigante tenham em conta as propriedades ideais que os irrigantes devem ter, por forma a poderem utilizar aquele que reúna o maior número das mesmas. As propriedades ideais são a capacidade de dissolução de tecidos, a baixa toxicidade, baixa tensão de superfície (pois esta permite que o irrigante flua até áreas inacessíveis), deve ainda ter ação lubrificante (que permite que os instrumentos deslizem pelos canais) e devem conseguir remover a *smear layer* (Bonsor et al., 2006; Borin et al., 2007; Marion & Manhães, 2012; Poggio et al., 2010; Torabinejad & Walton, 1996).

Existem múltiplas substâncias que podem ser utilizadas como irrigantes endodônticos para além do hipoclorito de sódio (NaOCl), como é o caso da clorohexidina (CHX) (Bonsor et al., 2006; Gandi et al., 2013; Hargreaves & Cohen, 2016), do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e do peróxido de hidrogénio (H₂O₂) (Bonsor et al., 2006; Hargreaves & Cohen, 2016; Uzunoglu, Yilmaz, Erdogan & Gordus, 2016).

7. Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio faz parte do grupo dos compostos halogenados e a sua utilização data de 1789, em França (Hargreaves & Cohen, 2016), ganhou aceitação mundial como desinfetante no final do século XIX (De-Deus et al., 2013; Ribeiro, 2010).

7.1. Fontes de obtenção das soluções de hipoclorito de sódio para utilização em medicina dentária

Existem duas fontes de hipoclorito de sódio que podem ser utilizadas por médicos dentistas, as farmacêuticas ou marcas próprias para medicina dentária e os desinfetantes domésticos disponíveis em supermercados, ambas têm sido utilizadas

sem problemas significativos, por muitos anos. A única questão já discutida relativamente aos desinfetantes domésticos é a possível presença de aditivos como perfumes, surfactantes, entre outros, que podem interferir com o processo de diluição levando a uma concentração imprevisível de cloro livre (Frais et al., 2001), contudo, estudos revelam não existir diferenças significativas na utilização destes dois tipos de soluções, à exceção do preço (Jungbluth, Peters, Peters, Sener & Zehnder, 2012).

7.2. Principais propriedades do hipoclorito de sódio

Esta solução é bastante utilizada por médicos dentistas muito devido às suas numerosas vantagens relativamente aos restantes irrigantes (Poggio et al., 2010). Vantagens essas como a baixa tensão de superfície (quanto mais baixa a tensão de superfície melhor é a permeabilização dos canais) (De-Deus et al., 2013), a neutralização parcial de produtos tóxicos provenientes das bactérias, o elevado pH (Farias et al., 2011; Jungbluth, Marending, De-Deus, Sener & Zehnder, 2011), ação de dissolução de tecido vital e necrosado (Farias et al., 2011; Gandi et al., 2013; Jungbluth et al., 2011; Poggio et al., 2010), dissolução de biofilmes, solubilização de substâncias proteicas (Farias et al., 2011; Jungbluth et al., 2011), ação lubrificante e antimicrobiana (Farias et al., 2011; Jungbluth et al., 2011; Poggio et al., 2010). Outro fator relevante para a elevada escolha do hipoclorito de sódio por parte dos médicos dentistas é o seu baixo custo comparativamente a outros irrigantes (Hargreaves & Cohen, 2016; Jungbluth et al., 2011, 2012; Poggio et al., 2010). Contudo, apesar de ser um bom agente antimicrobiano, pode não remover a “smearlayer” das paredes dentinárias (Poggio et al., 2010).

7.3. Factores que influenciam a concentração das soluções de hipoclorito de sódio

Apesar das boas propriedades do hipoclorito de sódio sabe-se que a sua efetividade está dependente da concentração de cloro livre presente em solução, do pH, incidência de luz, tempo de armazenamento, tempo de contacto, presença de matéria orgânica e temperatura (Farias et al., 2011; Mercade et al., 2009).

Sabe-se que o contacto do hipoclorito de sódio com a dentina causa diminuição da quantidade de cloro livre, resultando em degradação proteica, juntamente com o aumento da temperatura e alteração do pH (Macedo, Herrero, Wesselink, Versluis & Van der Sluis, 2014).

7.3.1. Temperatura

Relativamente à temperatura sabe-se que quanto maior a temperatura no local de armazenamento maior é a perda do teor de cloro livre. Sendo por isso recomendado que estas soluções sejam armazenadas no frio, por forma a tentar maximizar a sua estabilidade (Borin, 2008). Sabendo-se que com o aumento da temperatura da solução esta se torna mais ativa, existem estudos que revelam que procedendo ao aquecimento da solução de hipoclorito de sódio no momento antes da sua utilização é possível aumentar a eficácia no que diz respeito à capacidade de dissolução de tecidos (Hargreaves & Cohen, 2016; Poggio et al., 2010; S Stojicic, Qian, Zhang, Haapasalo, & Zivkovic, 2010). Está comprovado também que mesmo aquecendo a solução, assim que esta contacta com o canal dentário passa a ficar à temperatura ambiente (Hargreaves & Cohen, 2016).

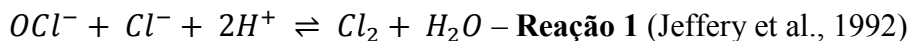
7.3.2. Tempo de armazenamento e contacto com a luz

Tratando-se de uma solução instável (Borin, 2008) esta não pode ser armazenada por muito tempo, devendo ser conservada idealmente em frascos âmbar e em locais em que não se verifique contacto com a luz (Borin, 2008; Marion & Manhães, 2012). Sendo a exposição da solução de hipoclorito de sódio à luz o maior fator de perda de teor de cloro livre em solução (Borin, Pandonor & Oliveira, 2008).

7.3.3. pH

No que diz respeito ao pH, quando o hipoclorito de sódio reage com os tecidos, o seu pH baixa e a capacidade de dissolução dos tecidos diminui. Consoante a temperatura e o pH, o hipoclorito de sódio pode estar presente em diferentes formas. Todas as formas de cloro no hipoclorito de sódio são designadas por cloro livre. Estas soluções devem apresentar normalmente um pH entre 11 e 12, dependendo da

concentração. Quanto mais neutro ou mais ácido o pH, menor é a capacidade do hipoclorito de sódio de dissolver tecidos (Jungbluth et al., 2011). O efeito do pH pode ser explicado pela reação 1 (Jeffery, Basset, Mendham & Denney, 1992).



Quanto menor o pH, maior a concentração de H^{+} deslocando-se o equilíbrio no sentido dos produtos, deste modo a pH básico a decomposição do hipoclorito diminui, pelo facto da concentração de H^{+} ser muito baixa e o equilíbrio desloca-se no sentido dos reagentes, princípio de Le Chatelier (Jeffery et al., 1992).

A literatura sugere que a capacidade de desinfeção dos canais depende dos valores de pH pela influência que este tem na quantidade de cloro livre presente em solução (Rossi-Fedele, Guastalli, Doramacì, Steier & de Figueiredo, 2011). Perante uma solução cujo pH se encontra reduzido por adição de ácido bórico ou bicarbonato de sódio, ficamos com uma solução instável e a perda de cloro livre é mais rápida, diminuindo desta forma o tempo de vida útil da solução. Um pH abaixo de 9 torna a solução instável e possivelmente tóxica para os tecidos, devido à formação de ácido hipocloroso (HOCl) (Borin et al., 2008; Mercade et al., 2009; Van der Waal, Van Dusseldorp & de Soet, 2014), que influencia a instabilidade do hipoclorito de sódio (Borin et al., 2008; Van der Waal, Van Dusseldorp, et al., 2014). Assim, é sugerido por alguns autores que o pH do hipoclorito de sódio seja superior a este valor por forma a manter a solução mais estável e para manter também as suas propriedades, pois o facto de se conseguir que o pH esteja sempre acima de 9 faz com que este não influencie a quantidade de cloro livre presente em solução (Borin et al., 2008; Van der Waal, Van Dusseldorp, et al., 2014). Posto isto, verifica-se a associação direta da concentração da solução com o pH, sendo a concentração maior e mais estável quando o pH é mais elevado (Borin et al., 2008).

7.3.4. Tempo de ação

A eliminação das bactérias da dentina infetada através de soluções desinfetantes, como o hipoclorito de sódio, é dependente do tempo de contacto com as paredes dos canais (Bonsor et al., 2006; Borin et al., 2007; Du et al., 2014). Contudo, passados os

primeiros 10 minutos de contacto entre o irrigante e a dentina, verifica-se que a capacidade de eliminação bacteriana conseguida pelo mesmo é inferior à capacidade de eliminação bacteriana observada até aos primeiros 10 minutos de contacto (Du et al., 2014).

No que diz respeito à eficácia da solução de hipoclorito de sódio contra a *candida albicans*, todas as concentrações referidas anteriormente são eficazes em menos de 10 segundos. Contudo, relativamente ao *enterococcus faecalis*, microrganismo muitas vezes encontrado em casos de insucesso do tratamento endodôntico e que tem um papel importante na etiologia de lesões periapicais persistentes após o tratamento endodôntico (Gandi et al., 2013), existe uma variação no tempo de inativação das células, estando descrito que com 0,5%, a solução de hipoclorito de sódio demora 30 minutos, com 1% demora 10 minutos, com 2,5% 5 minutos e com 5,25% 2 minutos para diminuir o número de células viáveis até um valor próximo de zero (Marion & Manhães, 2012).

7.4. Efeitos adversos da utilização de hipoclorito de sódio como irrigante

Um dos possíveis problemas associados à utilização de hipoclorito de sódio como irrigante prende-se com a sua compatibilidade biológica (Fedorowicz et al., 2012; Ribeiro, 2010). Embora se verifiquem poucos casos de alergia ao hipoclorito de sódio, devido ao facto de tanto o sódio como o cloro serem elementos essenciais na fisiologia do nosso organismo, é importante ter consciência que o hipoclorito, componente ativo do hipoclorito de sódio, é uma substância química produzida pelos neutrófilos no processo de fagocitose (Hargreaves & Cohen, 2016) e pode dar origem a lesão tecidual local (Hargreaves & Cohen, 2016; Salles et al., 2015), como necrose por liquefação, quando é produzido em excesso (Hargreaves & Cohen, 2016).

Sabe-se que as soluções de hipoclorito de sódio são relativamente bem toleradas pelos tecidos, quando a sua concentração se encontra abaixo de 1% (Ribeiro, 2010), contudo, quando a concentração utilizada tem valores mais elevados, perto dos 5,25%, podem ocorrer grandes lesões tecidulares (Fedorowicz et al., 2012; Ribeiro, 2010). Já foi demonstrado que concentrações entre 1 e 5,25% podem promover a irritação dos

tecidos periapicais estando a gravidade das mesmas diretamente relacionadas com a concentração utilizada (Marion & Manhães, 2012), tendo já sido registados casos em que a partir de concentrações de 3,5% de hipoclorito de sódio se observaram queimaduras sérias (Hargreaves & Cohen, 2016).

Ainda que os casos com maior gravidade sejam verificados com concentrações elevadas, já foram descritos casos em que o hipoclorito de sódio apresentou efeitos nefastos mesmo quando concentrações mais baixas que 0,1% entram em contacto com tecidos vitais (Boutsioukis et al., 2013).



Figura 1 – Lesão tecidular provocada por extravasamento de solução de hipoclorito de sódio
(Retirado de Hargreaves & Cohen, 2016)

Estudos revelam que o hipoclorito de sódio é um irrigante bastante citotóxico, (Vouzara, Koulaouzidou, Ziouti & Economides, 2015). Sabe-se que a citotoxicidade destas soluções depende da concentração, pH e duração da exposição do tecido à solução (Marion & Manhães, 2012). Posto isto, é importante que o uso de hipoclorito de sódio fique cingido ao sistema de canais do dente a tratar, não podendo haver qualquer tipo de contacto entre esta solução e os tecidos vivos circundantes ao dente (Boutsioukis et al., 2013).

A ocorrência de extravasamentos de irrigante, pelo ápex para os tecidos periapicais, pode ocorrer quando se faz pressão excessiva na seringa, levando a dor causada pela difusão da solução pelo osso e tecidos moles subjacentes, causando edema, parestesia e necrose (Hargreaves & Cohen, 2016).

O tratamento para estes problemas é normalmente paliativo, colocando, por exemplo, compressas frias durante o primeiro dia, seguindo-se depois colocação de compressas aquecidas a partir do segundo dia, por forma a estimular a circulação sanguínea. No caso da difusão atingir tecidos nervosos vitais pode ocorrer parestesia permanente (Hargreaves & Cohen, 2016).

Relativamente à frequência destes acidentes não é possível tirar conclusões, pois podem existir casos que não são reportados e também porque existem casos em que pequenas extrusões podem não apresentar sintomatologia (Boutsioukis et al., 2013).

As soluções de hipoclorito de sódio a 1% são as mais estudadas e utilizadas pelo facto de apresentarem boa atividade contra o tecido orgânico dissolvendo 0,43 mg por minuto (Marion & Manhães, 2012) e também porque tendo uma concentração relativamente baixa há menos riscos de citotoxicidade (Ribeiro, 2010).

7.5. Cloro livre presente nas soluções de hipoclorito de sódio

As soluções utilizadas nas clínicas de medicina dentária têm uma concentração estabelecida, no entanto dificilmente o teor de cloro residual livre existente no momento em que estas são compradas é o correspondente ao teor de cloro livre real da solução naquele momento. Tal deve-se à elevada instabilidade química das soluções de hipoclorito de sódio. Está descrito que estas soluções apresentam como prazo de validade o momento em que a perda do teor de cloro livre ultrapassa os 10%. Vários estudos demonstram que soluções de hipoclorito de sódio disponíveis no comércio especializado para clínicas de medicina dentária apresentam concentrações inferiores às especificadas nas embalagens, e por isso inferiores às que os médicos dentistas esperam estar a utilizar. (Ribeiro, 2010)

7.6. Avaliação da quantidade de cloro livre nas soluções de hipoclorito de sódio

Para avaliar a quantidade de cloro livre nas soluções de hipoclorito de sódio existem inúmeros métodos, nos quais se inclui a titulação iodométrica (Clarkson et al., 2001), método indireto de titulação que titula o iodo libertado numa reação química (Jeffery et al., 1992; Skoog, West, Holler & Crouch, 2004). Tendo este método uma

elevada variedade de procedimentos para a detecção dos “end-points” (Gottardi & Pfeleiderer, 2005; Jeffery et al., 1992).

Apesar da titulação iodométrica contra o tiosulfato de sódio ter sido questionada algumas vezes devido à possibilidade de dar leituras artificiais mais elevadas do que a realidade, é a forma mais acessível e mais utilizada para avaliar o teor de cloro livre. Isto deve-se, em parte ao facto de não haver problemas de toxicidade, nem conter compostos de arsénio (Clarkson et al., 2001). A titulação iodométrica é uma titulação redox baseada numa reação de oxidação-redução entre a solução que se quer analisar, neste caso o hipoclorito de sódio, e um titulante, neste caso o tiosulfato (Harris, 2010).

Numa reação de oxidação-redução os eletrões são transferidos de um reagente para outro. As substâncias que têm elevada e forte afinidade aos eletrões são denominadas por agentes oxidantes, os agentes redutores são os que facilmente doam eletrões a outras espécies. (Skoog et al., 2004)

Para determinar o fim da titulação redox são muitas vezes utilizados indicadores, estes são compostos que mudam de cor aquando da passagem da forma oxidada para a forma reduzida (Harris, 2010).

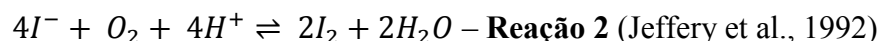
O ião tiosulfato é um agente redutor moderadamente forte (Jeffery et al., 1992; Skoog et al., 2004) que é estável ao ar e instável à luz (Jeffery et al., 1992). Este ião é muito utilizado para determinar agentes oxidantes através de um processo indireto que envolve o iodo como intermediário. (Skoog et al., 2004)

Relativamente às reações que ocorrem numa titulação iodométrica sabe-se que quando o ião tiosulfato entra em contacto com iodo (I_2) o primeiro é quantitativamente oxidado formando-se o ião tetratioato ($S_4O_6^{2-}$). Normalmente nestas titulações utiliza-se o amido como indicador específico, por este formar um complexo azul com o iodo. A cor azul do complexo formado surge da absorção do iodo pelas cadeias em hélice da β amilose. (Jeffery et al., 1992; Skoog et al., 2004)

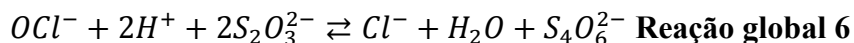
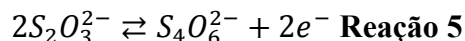
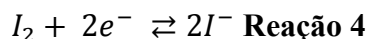
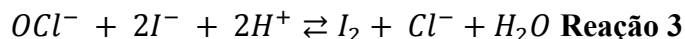
As soluções de amido são decompostas pela ação bacteriana, sendo por isso, necessário prepará-las no momento da sua utilização, não sendo possível que estas soluções sejam armazenadas para posterior utilização (Jeffery et al., 1992; Skoog et al., 2004).

O complexo iodo- β amilose é pouco solúvel em soluções aquosas à temperatura ambiente por isso só se deve adicionar o amido perto do ponto de equivalência pois um excesso de iodo poderá desnaturar o complexo (Jeffery et al., 1992; Skoog et al., 2004).

Como referido anteriormente as titulações de iodo podem dar leituras alteradas e tal facto pode dever-se a fontes de erro como a perda de iodo devido à sua volatilidade, bem como ao facto das soluções ácidas de iodeto serem oxidadas pelo oxigénio do ar devido à reação 2. (Jeffery et al., 1992; Skoog et al., 2004).



As 3 reações que se dão durante a titulação são:



Esta equação global mostra a conversão quantitativa e permite o doseamento do hipoclorito de sódio. (Skoog et al., 2004)

7.7. A ação do hipoclorito de sódio

O mecanismo antibacteriano das soluções de hipoclorito de sódio é baseada na sinergia entre o poder oxidante do OCl^- e a capacidade do OH^- para dissolver matéria orgânica (Fukuzaki, 2006). Este mecanismo de ação antisséptica prende-se então com vários tipos de reações, das quais se destaca a formação de ácido hipocloroso

($HOCl^-$), reação esta que ocorre sempre que há dissolução de cloreto em água estando este em contacto com matéria orgânica (Hargreaves & Cohen, 2016; Poggio et al., 2010), e a libertação de cloro, que é um bactericida com uma elevada atividade (Poggio et al., 2010). O ácido hipocloroso é fraco e actua como oxidante, (Hargreaves & Cohen, 2016) já o cloro livre nas soluções de hipoclorito de sódio dissolve tecidos (Hargreaves & Cohen, 2016) necróticos através da rotura das proteínas, transformando-as em aminoácidos (Hargreaves & Cohen, 2016; Poggio et al., 2010).

Relativamente ao processo que leva à rotura das proteínas, sabe-se que quando o hipoclorito de sódio contacta com as que estão presentes nos tecidos, há formação de nitrogénio, formaldeído e acetaldeído. As ligações peptídeas são fragmentadas e as proteínas são desintegradas, permitindo que o hidrogénio presente nos grupos amina (-NH-) sejam substituídos por clorino (-NCL-) formando cloraminas. Tal acontecimento tem um papel importante na efetividade antimicrobiana da solução de hipoclorito de sódio. O tecido necrótico e o pus são dissolvidos e o agente antimicrobiano consegue chegar mais facilmente às áreas infetadas. (Hargreaves & Cohen, 2016)

Relativamente à influência do pH na efectividade antibacteriana das soluções de hipoclorito de sódio, sabe-se que esta está relacionada com a interferência na integridade da membrana citoplasmática dos microrganismos, levando à inibição irreversível das enzimas presentes na mesma, tem também interferência nas alterações biossintéticas no metabolismo celular e degradação fosfolipídica provocada pela peroxidação lipídica (Mohammadi, Zahed; Shalavi, 2013).

OBJECTIVOS

Com este estudo pretende-se comparar as concentrações das soluções de hipoclorito de sódio, que os médicos dentistas esperam estar a utilizar, com as concentrações reais, obtidas por titulação das mesmas. O conhecimento da verdadeira concentração das soluções de hipoclorito de sódio é relevante pela necessidade de existirem concentrações superiores a 0,5% para a eliminação bacteriana e 1% para a dissolução de tecidos.

O que se pretende com este estudo é:

- 2.1** Aferir a concentração real das soluções de hipoclorito de sódio recolhidas e compará-la com a concentração esperada pelos médicos dentistas.
- 2.2** Aferir se a concentração real das soluções de hipoclorito de sódio recolhidas apresenta valores suficientes para a eliminação bacteriana e dissolução de tecidos.
- 2.3** Aferir o pH das soluções de hipoclorito de sódio recolhidas.
- 2.4** Aferir a existência de relação entre as variáveis concentração real, medida e pH com o tipo de solução de hipoclorito de sódio.
- 2.5** Aferir a existência de relação entre as variáveis concentração real, medida e pH com o local de compra das soluções de hipoclorito recolhidas.
- 2.6** Aferir a existência de relação entre as variáveis concentração real, medida e pH com a data de compra das soluções de hipoclorito recolhidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Materiais

1.1. Seleção das amostras

Para a realização deste estudo experimental utilizaram-se soluções de hipoclorito de sódio provenientes de 17 clínicas dentárias na área de Lisboa, Almada, Évora, Santarém e Palmela, resultando numa seleção aleatória e não probabilística. Esta seleção teve por base a disponibilidade e aceitação das clínicas contactadas para participar no estudo.

1.2. Método de análise das variáveis da investigação

Para além da titulação das amostras recolhidas, procedeu-se também à aplicação de questionários às clínicas que cederam as amostras, por forma a tentar perceber se existe alguma relação entre a diferença da concentração esperada e a concentração medida com o local de compra, data da última compra e o tipo de solução. Este questionário tinha também o intuito de perceber qual o número médio de soluções utilizadas em cada clínica.

1.3. Forma de análise das concentrações das amostras

Estas foram testadas através de uma titulação iodométrica, titulação essa em que foram utilizadas soluções de tiosulfato de sódio, bromato de potássio, ácido acético a 6%, amido e iodeto de potássio.

O procedimento para a confecção das soluções referidas anteriormente foi baseado no livro Jeffery et al., 1992.

1.4. Análise estatística dos resultados obtidos nas titulações e nos questionários

Os resultados obtidos foram analisados e processados por métodos estatísticos descritivos usando os *softwares* Excel®Microsoft Corporation (Seattle, WA, E.U.A.)

e IBM SPSS Statistics, v.21® (Software Statistical Package for the Social Science) (Chicago, IL. E.U.A.).

2. Métodos

2.1. Determinação da concentração das soluções de hipoclorito de sódio

Para iniciar preparou-se uma bureta de 50 mL com o tiossulfato de sódio (concentração aproximadamente 0,1M). Em seguida pipetou-se 20 mL de NaOCl, com pipeta volumétrica, para um erlenmayer de 100 mL, ao qual foram adicionados 50 mL de água destilada. Seguidamente adicionaram-se 3g de iodeto de potássio e 15 mL de ácido acético a 6%, com pipeta graduada. Posto isto, iniciou-se a titulação do tiossulfato de sódio até que a solução passasse de uma coloração acastanhada para um tom amarelo claro. Ao atingir-se essa coloração acrescentou-se 3 mL de amido (0,1%) (m/v), com uma pipeta graduada, continuando-se em seguida a titulação do tiossulfato de sódio até que o complexo iodo-amido (cor azul) se dissocia-se totalmente e a solução passasse a incolor. Assim que a solução se tornou incolor a titulação foi parada e registou-se o volume do titulante para o cálculo do teor em hipoclorito de sódio. (Procedimento baseado no artigo – Van der Waal, Connert, et al..)

No fim das titulações fez-se a aferição do tiossulfato de sódio por forma a confirmar e determinar a sua concentração exata (Jeffery et al., 1992).

2.2.Aferição do tiossulfato de sódio

Preparou-se uma bureta de 50 mL com tiossulfato de sódio. Após a preparação da bureta, pipetou-se 25 mL de bromato de potássio (0,015M), com uma pipeta volumétrica para um erlenmayer. Em seguida adicionou-se 3g de iodeto de potássio e 5 mL de ácido sulfúrico, tendo a titulação sido iniciada o mais rapidamente possível, após a adição do ácido sulfúrico (3 M), até que a solução passasse de castanho para amarelo claro. Ao atingir a coloração amarela adicionou-se 3 mL de amido continuou-se a titulação até que esta se tornasse incolor. Por fim registou-se o volume de solução de tiossulfato de sódio gasta para levar à mudança de cor da solução (Procedimento baseado no livro - Jeffery et al., 1992).

2.3. Aparelhagem:

Determinação do pH:

Utilizou-se o potenciômetro IHANNA pH 211, microprocessor pH Meter com eletrodo de vidro combinado da marca selecta.

Balança:

Utilizou-se a balança Sartorius (+/- 0,1 mg)

2.4. Reagentes:

O tiosulfato de sódio pentahidratado e o ácido acético 100% foram adquiridos BDH PROLABO, tendo grau de pureza analaR NORMAPUR, o bromato de potássio foi adquirido à ACROS ORGANICS possuindo o grau de pureza 99,5% para análise, o amido foi adquirido à MERCK grau de pureza 99,5% para análise, o iodeto de potássio foi adquirido ACS, ISO, Reag. Ph Eur grau de pureza 99,5% para análise.

RESULTADOS

Tabela 1 – Número de respostas positivas dadas em cada um dos parâmetros avaliados no questionário aplicado.

	1	2	3	4	
Quantidade de tipos de soluções	14	3	0	0	
	0,5%	1%	2,50 %	4,9%	5,25 %
Diferentes concentrações utilizadas	8	4	0	1	6
	<i>Pré-preparadas</i>	<i>Diluição</i>			
Tipos de soluções	15	4	Água		4
			13%	14%	
			2	2	
			Diário	Semanal	Mensal
		<i>Frequência de diluição</i>	0	4	0
		<1 semana	1-2 semanas	2-3 semanas	>1 mês
Última compra da solução	8	7	2	1	
	<i>Casa de materiais dentários</i>	<i>Farmácia</i>	<i>Supermercado</i>		
Local de compra	5	10	4		

Tabela 2 – Descrição dos resultados obtidos nas questões presentes no questionário relativamente às várias amostras em estudo.

Nº da amostra	Concentração esperada	Tipo de soluções de hipoclorito de sódio utilizadas	Local de compra da solução	Última compra de solução
1	1%	Diluição	Supermercado	1-2 sem.
2	5,25%	Diluição	Supermercado	1-2 sem.
3	0,5%	Pré-preparada	Loja de materiais dentários	<1 sem.
4	0,5%	Pré-preparada	Farmácia	<1 sem.
5	5,25%	Pré-preparada	Farmácia	<1 sem.
6	5,25%	Pré-preparada	Loja de materiais dentários	<1 sem.
7	0,5%	Pré-preparada	Farmácia	1-2 sem.
8	4,9%	Pré-preparada	Loja de materiais dentários	>1 mês
9	5,25%	Pré-preparada	Loja de materiais dentários	2-3 sem.
10	0,5%	Pré-preparada	Farmácia	<1 sem.
11	0,5%	Pré-preparada	Farmácia	1-2 sem.
12	0,5%	Pré-preparada	Farmácia	1-2 sem.
13	0,5%	Pré-preparada	Farmácia	1-2 sem.
14	1%	Pré-preparada	Farmácia	<1 sem.
15	1%	Diluição	Supermercado	<1 sem.
16	5,25%	Diluição	Supermercado	<1 sem.
17	0,5%	Pré-preparada	Loja de materiais dentários	<1 sem.
18	1%	Pré-preparada	Farmácia	1-2 sem.
19	5,25%	Pré-preparada	Farmácia	1-2 sem.

Tabela 3 – Descrição dos tipos de diluentes, concentrações iniciais e frequência de diluição das amostras de hipoclorito de sódio feitas pela diluição de uma solução inicial.

Nº da amostra	Tipo de diluente	Concentração inicial no caso de ser por diluição	Frequência de diluição
1	Água	13%	Semanal
2	Água	13%	Semanal
15	Água	14%	Semanal
16	Água	14%	Semanal

Tabela 4 – Resultados retirados das titulações efetuadas, bem como das aferições das soluções de tiosulfato executadas para cada amostra titulada.

Nº da amostra	1º Ensaio	2º Ensaio	Média	Número de diluições	Concentração de tiosulfato (M)
1	13,8 mL	13,5 mL	13,65 mL	0	0,1017
2	14,4 mL	14 mL	14,2 mL	0	0,1017
3	18,2 mL	18 mL	18,1 mL	0	0,1017
4	4,5 mL	4,2 mL	4,35 mL	5	0,0991
5	25,8 mL	25,9 mL	25,85 mL	10	0,0991
6	47,9 mL	48 mL	47,95 mL	5	0,0991
7	30,8 mL	31,1 mL	30,95 mL	0	0,0998
8	11,5 mL	11,5 mL	11,5 mL	10	0,0991
9	21,9 mL	21,8 mL	21,85 mL	10	0,0991
10	0,88 mL	0,9 mL	0,89 mL	0	0,0991
11	28,7 mL	28,7 mL	28,7 mL	0	0,0997
12	28,8 mL	28,9 mL	28,7 mL	0	0,0997
13	25,4 mL	25,3 mL	25,35 mL	0	0,0997
14	9,3 mL	9,4 mL	9,35 mL	5	0,0997
15	9,2 mL	9,3 mL	9,25 mL	5	0,0997
16	8,3 mL	8,35 mL	8,28 mL	5	0,0997
17	28 mL	27,8 mL	27,9 mL	0	0,0997
18	9,6 mL	9,5 mL	9,55 mL	5	0,0997
19	23 mL	23,3 mL	23,15 mL	10	0,0991

Tabela 5 – Comparação entre os valores de concentração esperados pelos médicos dentistas e os valores de concentração obtidos através das titulações.

Nº da amostra	% da solução de hipoclorito de sódio esperada pelos médicos dentistas	% da solução de hipoclorito de sódio calculada após titulação da mesma	Diferença entre a concentração esperada e medida
1	1%	0,26%	0,74%
2	5,25%	0,27%	4,98%
3	0,48%	0,34%	0,14%
4	0,48%	0,40%	0,08%
5	5,25%	4,77%	0,48%
6	5,25%	4,42%	0,83%
7	0,48%	0,57%	- 0,09%
8	4,90%	2,12%	2,78%
9	5,25%	4,03%	1,22%
10	0,48%	0,18%	0,30%
11	0,5%	0,53%	-0,03%
12	0,5%	0,54%	-0,04%
13	0,5%	0,47%	0,03%
14	1%	0,87%	0,13%
15	1%	0,86%	0,14%
16	5,25%	1,54%	3,71%
17	0,5%	0,52%	- 0,02%
18	1%	0,89%	0,11%
19	5,25%	4,30%	0,95%

Tabela 6 – Média das concentrações de hipoclorito de sódio esperadas e medidas.

Concentrações das soluções de hipoclorito de sódio	Esperada pelas clínicas	Medida em laboratório	Diferença entre a concentração esperada e medida
Média	2,33%	1,47%	0,87%
Desvio padrão	2,26%	1,62%	0,0036%
Mediana	1%	0,57%	0,14%
Mínimo	0,48%	0,18%	-0,09 %
Máximo	5,25%	4,77%	4,98 %

Tabela 7 – Valores de pH medidos, nas amostras de hipoclorito de sódio analisadas, em laboratório.

Nº da amostra	pH
1	6,5
2	5,73
3	10
4	9,6
5	11,04
6	12,35
7	9,8
8	10,1
9	12
10	10
11	11,43
12	10,5
13	10,7
14	10,3
15	9,6
16	7,73
17	10,9
18	9,8
19	11

Tabela 8 – Média dos valores de pH das soluções de hipoclorito de sódio.

pH das amostras	
Média	9,95
Desvio padrão	1,688
Mediana	10,10
Mínimo	5,73
Máximo	12,35

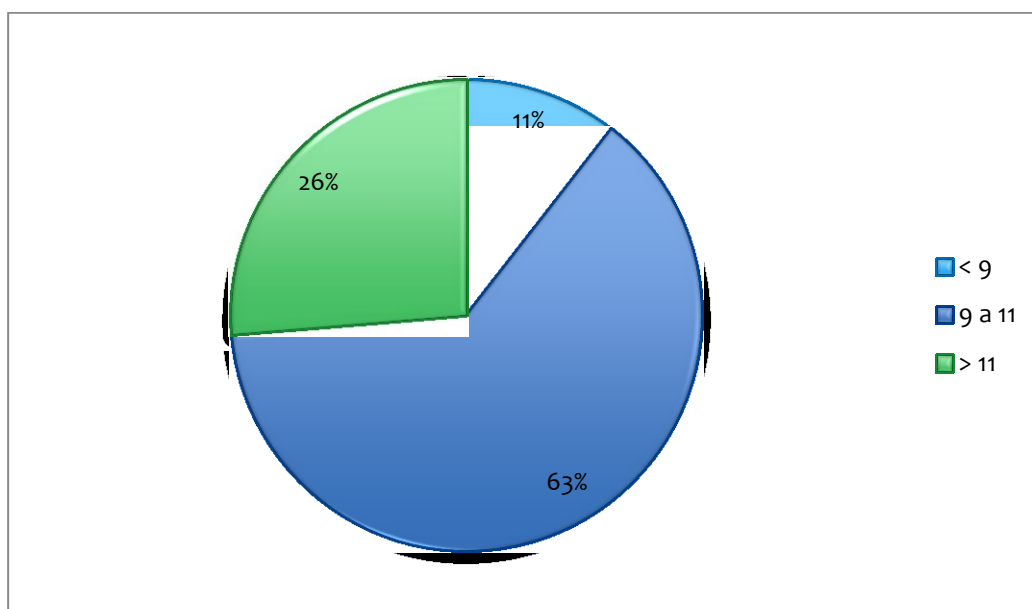


Figura 2 – Valores médios de pH das amostras analisadas.

Tabela 9 – Comparação das médias das concentrações e do pH em cada tipo de solução.

Tipo de solução	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Significância	% Hipoclorito Sódio (medida)	Significância	pH	Significância
Diluição	3,125 ± 2,45	NS	0,732 ± 0,607	NS	7,39 ± 1,69	NS
Pré-preparada	2,12 ± 2,24	NS	1,66 ± 1,76	NS	10 ± 0,823	NS

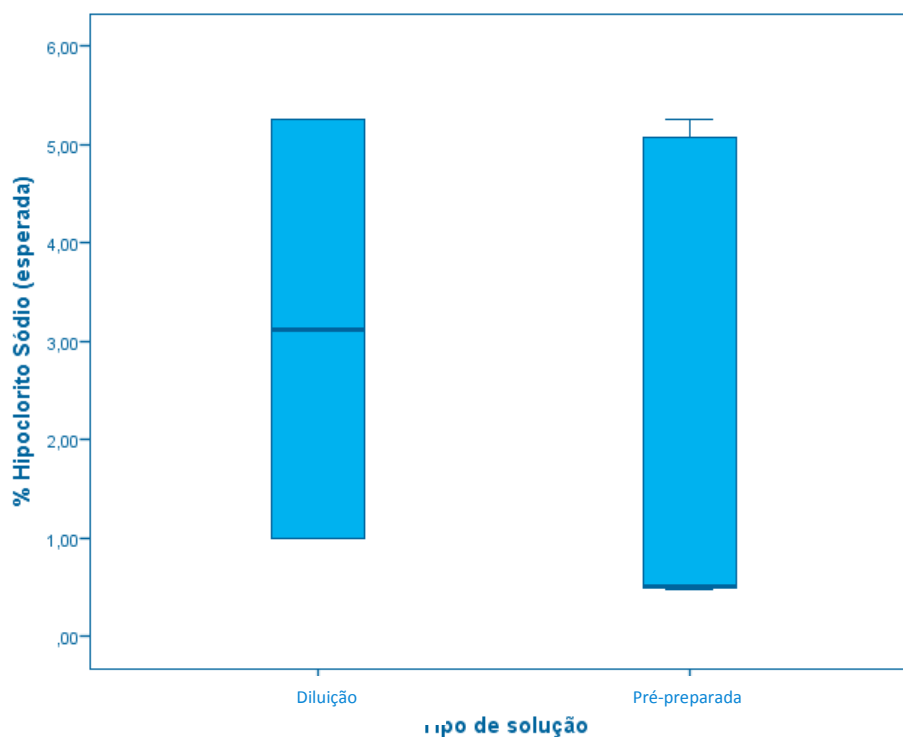


Figura 3 – Distribuição das concentrações esperadas nas soluções hipoclorito de sódio em cada tipo de solução.

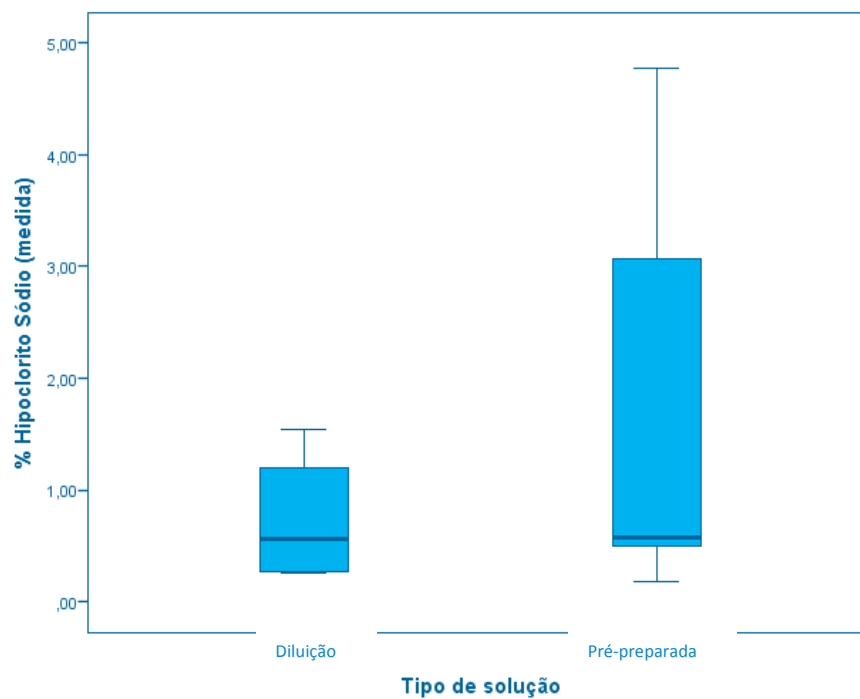


Figura 4 – Distribuição das concentrações medidas, em laboratório, nas soluções de hipoclorito de sódio em cada tipo de solução.

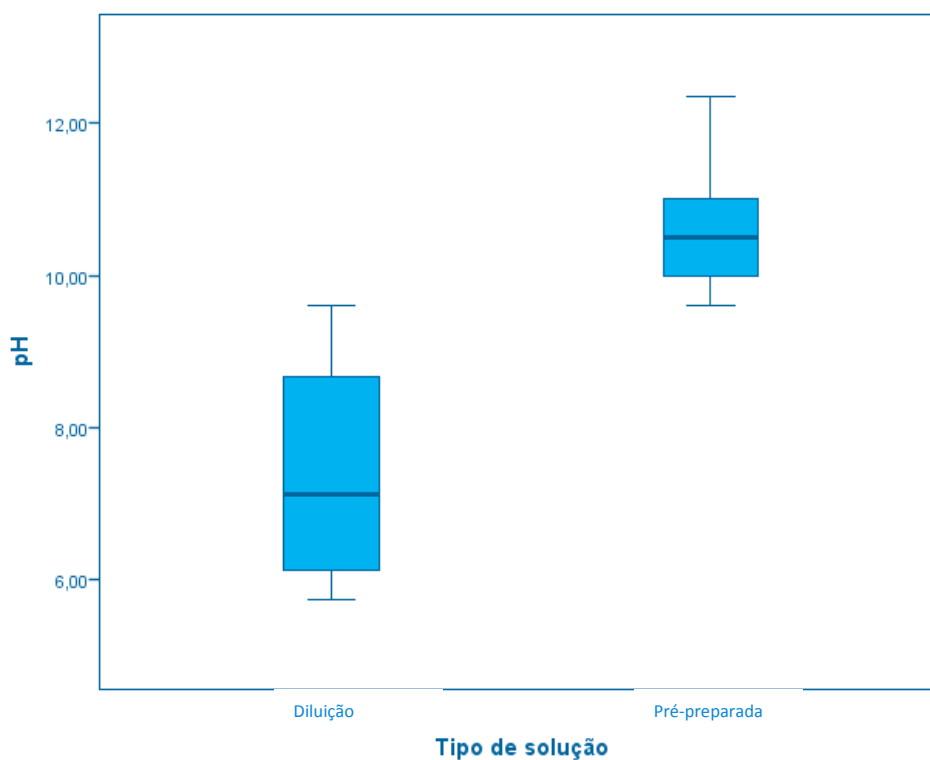


Figura 5 – Distribuição dos valores de pH para cada tipo de solução.

Tabela 10 – Valores de significância dos resultados recolhidos para cada variável, em soluções obtidas por diluição.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	,913**	,698**
		Sig. (bilateral)	.	,000	,004
		N	15	15	15
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	,913**	1,000	,542*
		Sig. (bilateral)	,000	.	,037
		N	15	15	15
	pH	Coefficiente de Correlação	,698**	,542*	1,000
		Sig. (bilateral)	,004	,037	.
		N	15	15	15

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

a. Tipo de solução = Pré-preparada

Tabela 11 – Valores de significância dos resultados recolhidos para cada variável, em soluções pré-preparada.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	,975**	,872
		Sig. (bilateral)	.	,005	,054
		N	5	5	5
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	,975**	1,000	,900*
		Sig. (bilateral)	,005	.	,037
		N	5	5	5
	pH	Coefficiente de Correlação	,872	,900*	1,000
		Sig. (bilateral)	,054	,037	.
		N	5	5	5

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

a. Tipo de solução = Diluída

Tabela 12 – Comparação das médias de pH nas soluções diluídas e pré-preparadas.

	Tipo de solução	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
pH	Diluição	4	7,3900	1,68794	,84397
	Pré-fabricada	15	10,6347	,82362	,21266

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
pH	Variâncias iguais assumidas	4,065	,060	-5,597	17	,000	-3,24467	,57976	-4,46785	-2,02148
	Variâncias iguais não assumidas			-3,728	3,390	,027	-3,24467	,87035	-5,84264	-,64670

Tabela 13 – Comparação das médias das concentrações e do pH em cada local de compra das soluções.

Local de compra	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Significância	% Hipoclorito Sódio (medida)	Significância	pH	Significância
Farmácia	1,544±1,96	NS	1,35±1,69	NS	10,41±0,62	NS
Supermercado	3,125±2,45	NS	0,73± 0,607	NS	7,39±1,69	NS
Loja MD	3,276±2,55	NS	2,28±1,91	NS	11,07±1,07	NS

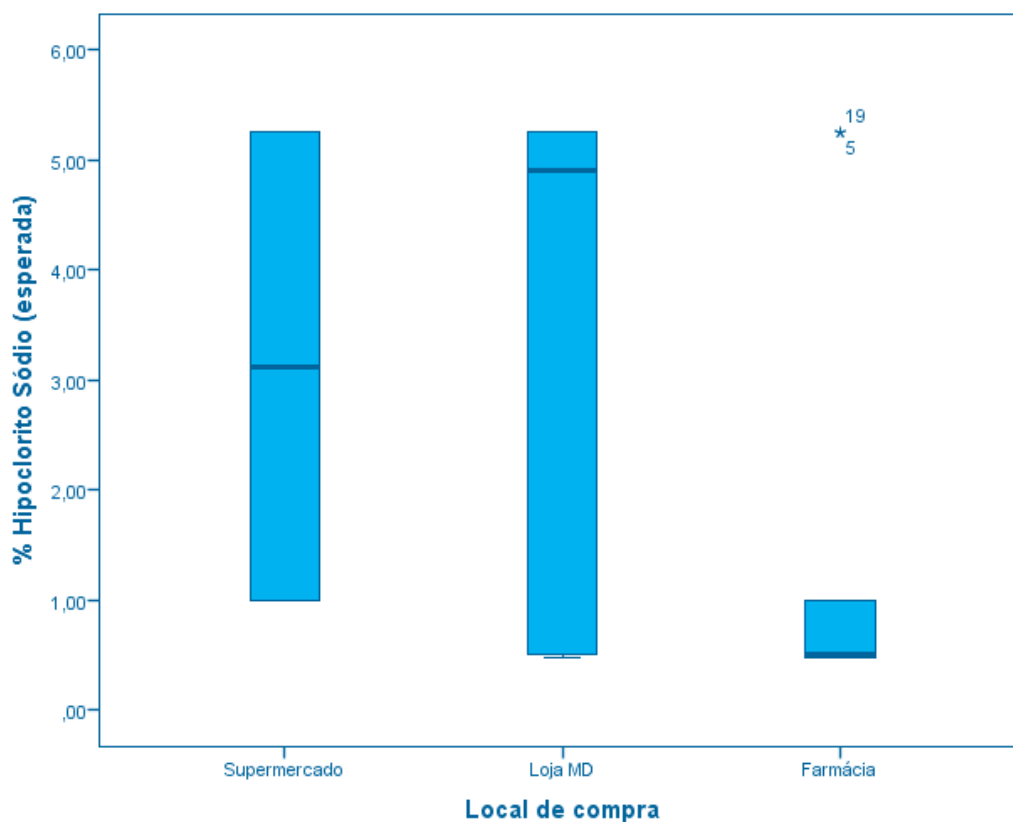


Figura 6 – Distribuição das concentrações das soluções de hipoclorito de sódio esperadas nas amostras divididas por local de compra.

As amostras 5 e 19, que foram obtidas em farmácias, apresentam valores de concentração de hipoclorito de sódio bastante diferentes das restantes amostras do mesmo grupo. Assim sendo, na figura 6, estas amostras aparecem como outliers extremos (*5 e *19), tendo concentrações em redor dos 5,25%, enquanto as restantes têm valores de concentração entre os 0,5 e 1%.

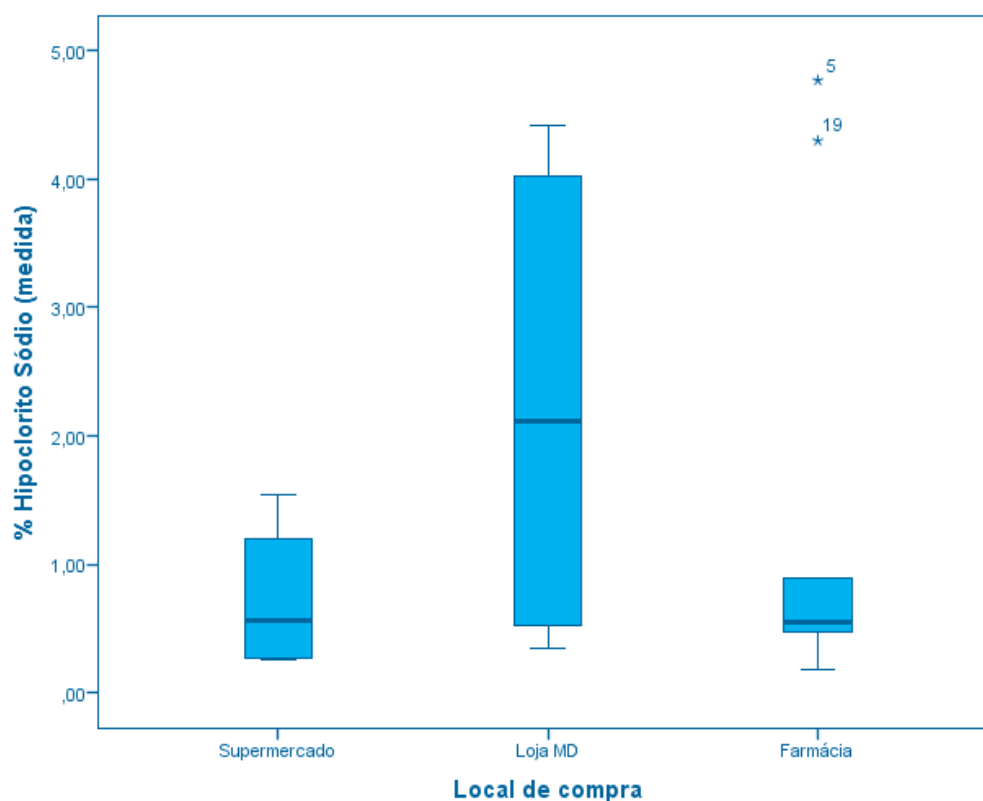


Figura 7 – Distribuição das concentrações das soluções de hipoclorito de sódio medidas, em laboratório, nas amostras divididas por local de compra.

Dado o facto das amostras 5 e 19 apresentarem concentrações de hipoclorito de sódio esperadas muito mais elevadas que as restantes, é expectável que no que respeita às concentrações medidas se verifique que estas amostras voltem a aparecer como outliers extremos (*5 e *19), como se observa na figura 7, por continuarem a apresentar concentrações bastante superiores às restantes amostras.

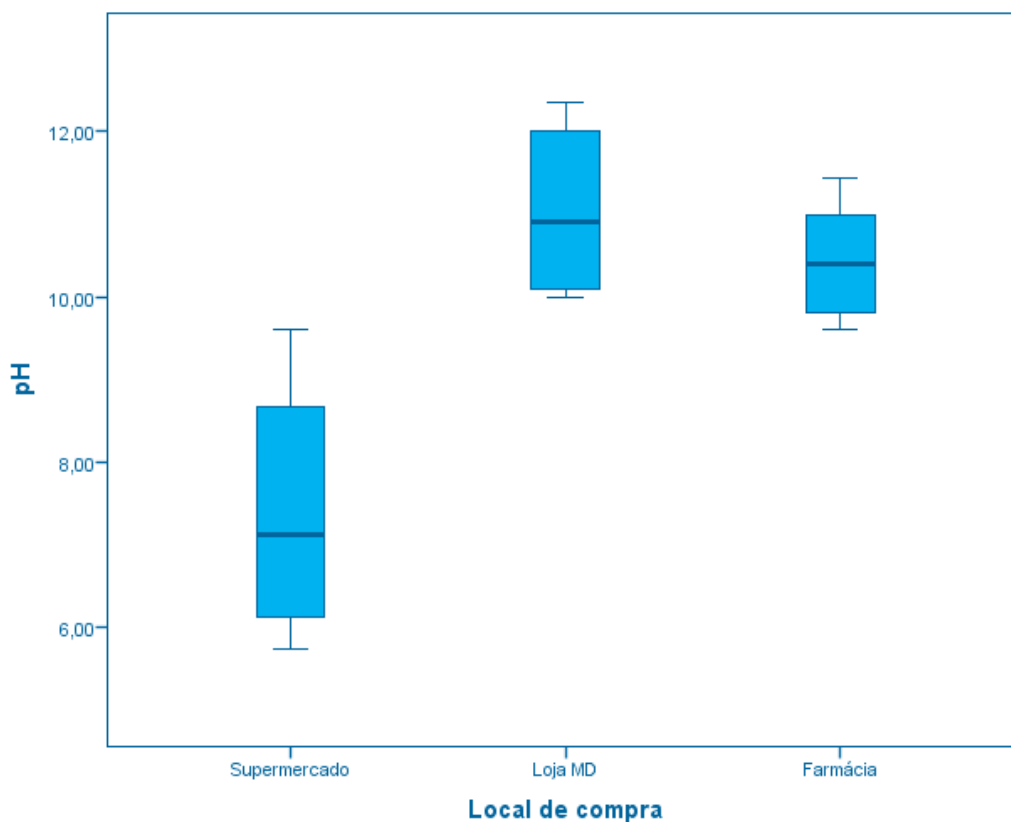


Figura 8 – Distribuição do pH das soluções de hipoclorito de sódio das amostras divididas por local de compra.

Tabela 14 – Valores de significância dos resultados retirados para cada variável, em soluções obtidas no supermercado.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	,447	-,447
		Sig. (bilateral)	.	,553	,553
		N	4	4	4
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	,447	1,000	,600
		Sig. (bilateral)	,553	.	,400
		N	4	4	4
	pH	Coefficiente de Correlação	-,447	,600	1,000
		Sig. (bilateral)	,553	,400	.
		N	4	4	4

a. Local de compra = Supermercado

Tabela 15 – Valores de significância dos resultados retirados para cada variável em soluções obtidas em lojas de materiais de medicina dentária.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	,975**	,872
		Sig. (bilateral)	.	,005	,054
		N	5	5	5
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	,975**	1,000	,900*
		Sig. (bilateral)	,005	.	,037
		N	5	5	5
	pH	Coefficiente de Correlação	,872	,900*	1,000
		Sig. (bilateral)	,054	,037	.
		N	5	5	5

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

a. Local de compra = Loja MD

Tabela 16 – Valores de significância dos resultados obtidos para cada variável, em soluções obtidas em farmácias.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	,857**	,568
		Sig. (bilateral)	.	,002	,087
		N	10	10	10
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	,857**	1,000	,322
		Sig. (bilateral)	,002	.	,364
		N	10	10	10
	pH	Coefficiente de Correlação	,568	,322	1,000
		Sig. (bilateral)	,087	,364	.
		N	10	10	10

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

a. Local de compra = Farmácia

Tabela 17 – Avaliação da relação entre as variáveis e o local de compra

	% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)
Qui-quadrado	3,017	1,421
gl	2	2
Significância Assint.	,221	,491

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: Local de compra

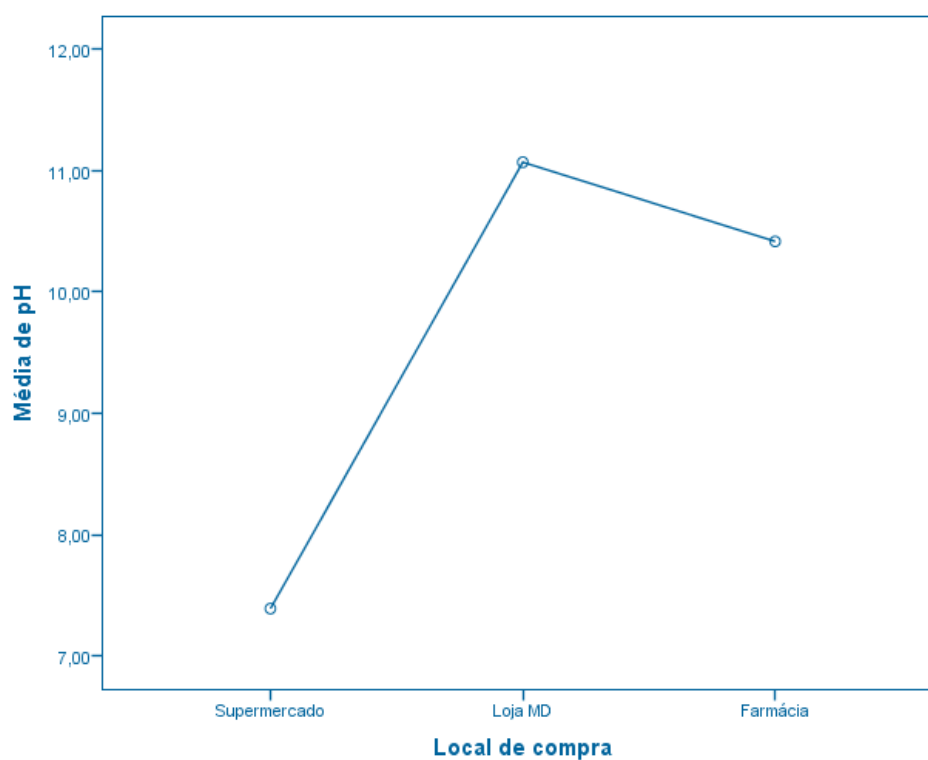


Figura 9 – Análise da variação entre valores de pH e os diferentes locais de compra das soluções

Tabela 18 - Comparação das médias das concentrações e do pH em cada um dos grupos da data de compra.

Data de compra	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Significância	% Hipoclorito Sódio (medida)	Significância	pH	Significância
Menos de uma semana	2,19±2,31	NS	1,54±1,78	NS	10,17±1,26	NS
Entre uma a duas semanas	1,81±2,13	NS	0,98±1,36	NS	9,43±2,13	NS

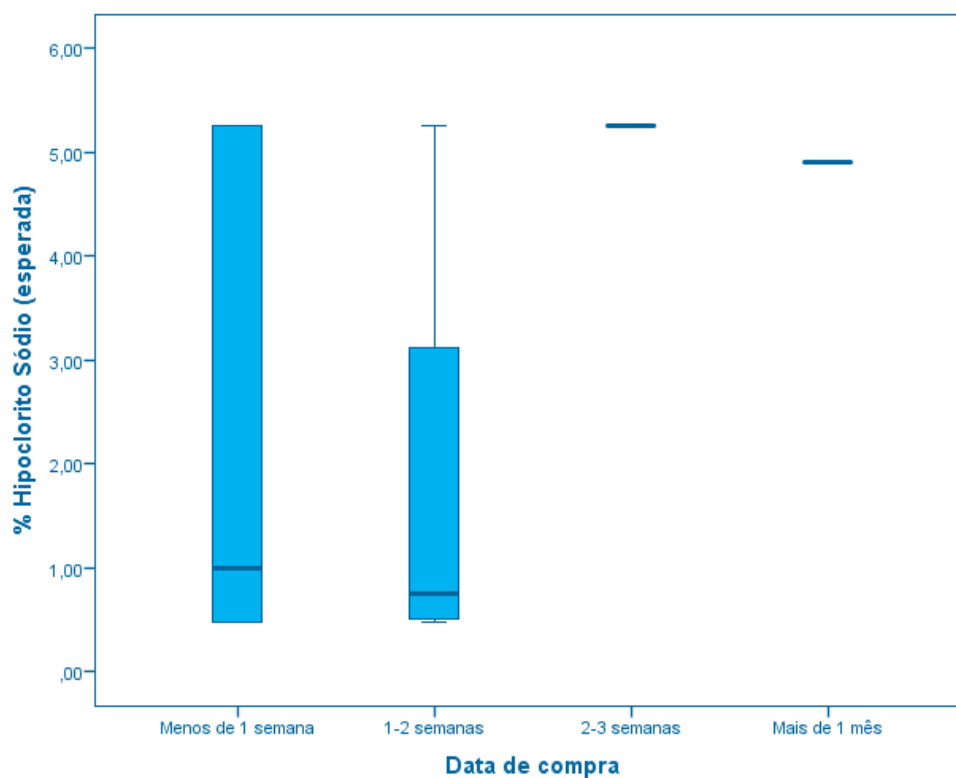


Figura 10 – Distribuição das concentrações esperadas nas amostras de hipoclorito de sódio consoante a data da sua compra.

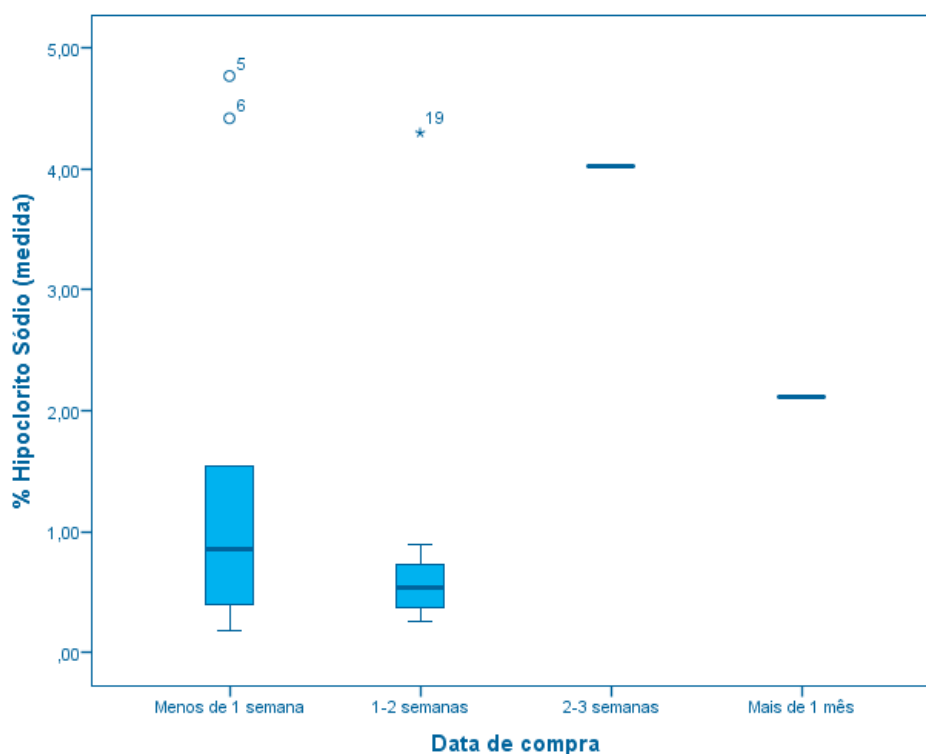


Figura 11 – Distribuição das concentrações medidas consoante a data da sua compra.

No que respeita às amostras 5 e 6, pertencentes ao grupo das amostras compradas à menos de uma semana, sabe-se que ambas apresentam concentrações esperadas de 5,25%. Para além destas a 16 é a única que apresenta o mesmo valor esperado de concentração de hipoclorito de sódio, sendo as restantes concentrações das amostras pertencentes a este grupo entre 0,5 e 1%. Desta forma, e observando os valores de concentração medidos verifica-se que a amostra 16 apresentou valores bastante inferiores ao esperado, aproximando-se das concentrações esperadas para as restantes amostras, pelo que uma vez mantidos os valores de concentração esperada nas amostras 5 e 6 estas passaram a aparecer como outliers moderados (°5 e °6), por terem valores de concentração de hipoclorito de sódio medida bastante superiores às restantes.

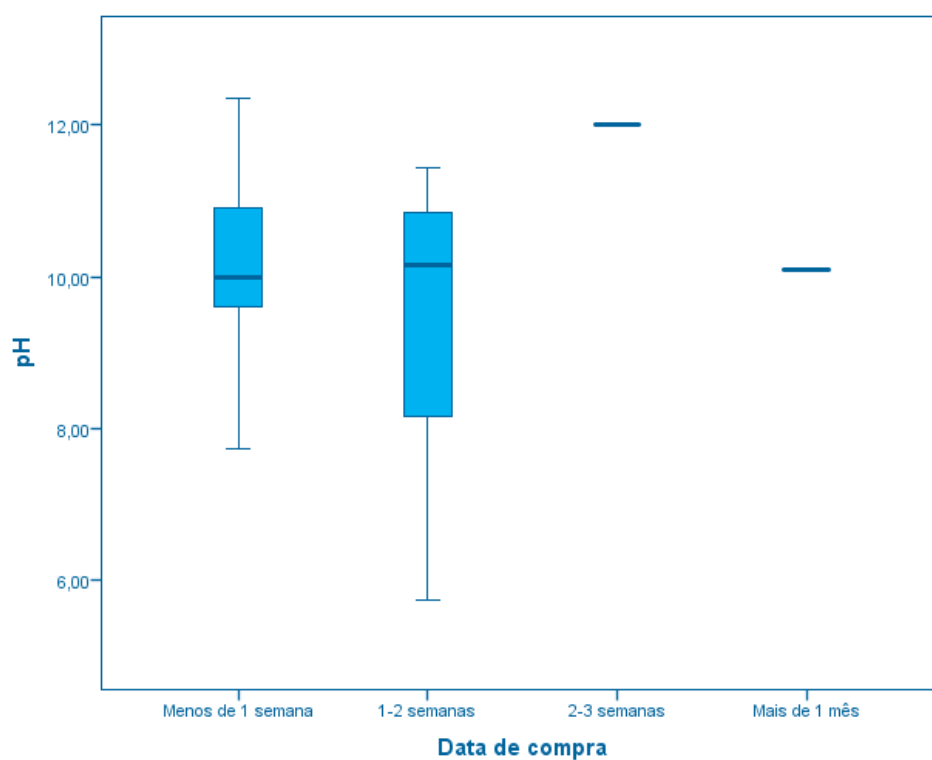


Figura 12 – Distribuição do pH das soluções em cada grupo de datas de compra

Tabela 19 – Valores de significância dos resultados obtidos para cada variável em amostras compradas à menos de uma semana quando recolhidas e analisadas.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	,962**	,293
		Sig. (bilateral)	.	,000	,445
		N	9	9	9
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	,962**	1,000	,395
		Sig. (bilateral)	,000	.	,293
		N	9	9	9
	pH	Coefficiente de Correlação	,293	,395	1,000
		Sig. (bilateral)	,445	,293	.
		N	9	9	9

**. A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

a. Data de compra = Menos de 1 semana

Tabela 20 – Valores de significância dos resultados obtidos para cada variável em amostras compradas entre uma a duas semanas quando recolhidas e analisadas.

			% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
rô de Spearman	% Hipoclorito Sódio (esperada)	Coefficiente de Correlação	1,000	-,025	-,280
		Sig. (bilateral)	.	,954	,502
		N	8	8	8
	% Hipoclorito Sódio (medida)	Coefficiente de Correlação	-,025	1,000	-,443
		Sig. (bilateral)	,954	.	,272
		N	8	8	8
	pH	Coefficiente de Correlação	-,280	,443	1,000
		Sig. (bilateral)	,502	,272	.
		N	8	8	8

a. Data de compra = 1-2 semanas

Tabela 21 – Valores de significância para a existência ou ausência de relação entre as variáveis em estudo e a data de compra das amostras analisadas.

	% Hipoclorito Sódio (esperada)	% Hipoclorito Sódio (medida)	pH
U de Mann-Whitney	35,000	30,000	33,000
Wilcoxon W	80,000	66,000	69,000
Z	-,099	-,577	-,289
Significância Assint. (Bilateral)	,921	,564	,772
Sig exata [2*(Sig. de unilateral)]	,963 ^b	,606 ^b	,815 ^b

a. Variável de Agrupamento: Data de compra

b. Não corrigido para empates.

DISCUSSÃO

Com este estudo pretendeu-se comparar, por meio da titulação iodométrica das amostras de hipoclorito de sódio, dias após serem recolhidas em clínicas de medicina dentária, a concentração esperada pelos médicos dentistas (concentração descrita no rótulo da embalagem) e a concentração real (obtida através da titulação), bem como o pH das mesmas soluções.

De forma a ser possível recolher informação para a análise das restantes variáveis, data de compra, local de compra e tipo de solução foi aplicado um questionário (Anexo A), adaptado do artigo Dutner, Mines & Anderson, (2012). Por forma a tornar-se simples e acessível a todos, o questionário é maioritariamente constituído por perguntas de resposta fechada (única e/ou múltipla), tornando-se mais objetivo e de mais fácil resposta. Como forma de aumentar a taxa de resposta, o questionário foi entregue de forma presencial dando as devidas instruções para o seu preenchimento. Este método de aplicação de questionários tem um elevado nível de resposta comprovado na literatura disponível. (Yetter, G. & Capaccioli, 2010)

No que diz respeito ao primeiro ponto proposto para estudo comprovou-se que as concentrações esperadas de NaOCl, nestas amostras, variou entre 0,48% e 5,25%, com uma média de $2,33 \pm 2,26\%$. Observou-se ainda, que a maioria das clínicas espera uma concentração de 5,25% (31,6%), das restantes clínicas 21% pensa utilizar NaOCl a 0,48%, 21% NaOCl a 0,5%, 21% a 1% e por último 5,3% espera uma concentração de 4,9%. Estes valores revelam que, contrariamente aos resultados obtidos por Van der Waal, Connert, et al., (2014), a maioria das clínicas selecionadas esperam utilizar concentrações iguais ou inferiores a 1%.

Comparando as médias das concentrações esperadas, $2,33 \pm 2,26\%$ com as medidas, $1,47 \pm 1,62\%$, e verificando que estas concentrações variam em média $0,89 \pm 0,0036\%$, podemos confirmar que as concentrações medidas são bastante inferiores às esperadas, tal como descrito por Van der Waal et al. (2014)

O segundo objetivo proposto neste trabalho prende-se com a aferição da capacidade da concentração real das soluções de hipoclorito analisadas para eliminar bactérias e para a dissolução de tecidos. Após titulação das soluções de hipoclorito de sódio foi possível recolher os seguintes resultados, 68,4% das soluções analisadas apresentavam concentrações superiores a 0,5% e apenas 31,6% demonstraram concentrações superiores a 1%. Sabendo-se que as soluções de hipoclorito de sódio podem ser eficazes na eliminação bacteriana em concentrações superiores a 0,5%, só apresentando capacidade de dissolução de tecidos pulpares remanescentes e de pré-dentina com concentrações superiores a 1% (Borin et al., 2007; Van der Waal, Connert et al., 2014), verificou-se existirem clínicas que utilizam soluções de hipoclorito de sódio que não apresentam capacidade de eliminação bacteriana, bem como de dissolução de tecidos e pré-dentina. Conferiu-se também que existem poucas clínicas nas quais a concentração é suficiente para haver dissolução de tecidos e pré-dentina. Tais factos podem dever-se à baixa concentração inicial, pelo facto das soluções de hipoclorito de sódio serem instáveis, tendo um tempo de semivida limitado, e por isso vão perdendo a quantidade de cloro livre disponível. Essa perda é muitas vezes influenciada por factores como a exposição à luz, ao calor, ao ar e ainda a substâncias orgânicas. É por isso relevante proceder ao correto armazenamento das soluções de NaOCl. (Van der Waal, Connert et al., 2014).

Notando os valores de pH obtidos comprova-se que estes apresentaram um valor médio de $9,95 \pm 1,688$ e que 89% dos valores medidos são superiores a 9. Ainda que o pH ideal, para a manutenção de uma estabilidade aceitável das soluções de hipoclorito de sódio, deva ser entre 11 e 12, valores superiores a 9 já são suficientes para que o pH não influencie a quantidade de cloro livre presente em solução (Borin, 2008; Van der Waal, Van Dusseldorp et al., 2014). Assim sendo, com um pH superior a 9 em 89% dos casos, pode extrapolar-se a inexistência de influência do pH na diminuição da concentração de hipoclorito de sódio nas amostras em estudo (Van der Waal, Connert et al., 2014).

No que diz respeito ao tipo de solução consegue-se observar, através das figuras 5, 6 e 7, que as concentrações esperadas, para cada tipo de solução, são bastante semelhantes no que diz respeito à sua distribuição. Contudo, quando comparadas com as concentrações medidas, deduz-se que as soluções obtidas por diluição apresentam

uma concentração muito inferior à esperada, já as pré-preparadas demonstram concentrações semelhantes às esperadas. A elevada diminuição da concentração de hipoclorito de sódio nas soluções diluídas pode dever-se à água utilizada para proceder a essa mesma diluição, isto porque normalmente a água contém sais inorgânicos e iões metálicos, que podem atuar como catalizadores para a aceleração do gasto de cloro livre e consequentemente diminuição do tempo de semivida das soluções (Clarkson, Podlich, Savage & Moule, 2003). Apesar de se observarem diferenças em relação às duas variáveis acima descritas não existe diferença estatisticamente significativa entre elas, que permita comprovar a informação supracitada. Quanto ao pH verifica-se a existência de fortes diferenças entre as soluções pré-preparadas e as diluídas ($p < 0,01$), concluindo-se que as pré-preparadas apresentam valores de pH muito superiores aos valores obtidos nas soluções diluídas deduzindo-se portanto que as soluções diluídas são menos estáveis que as pré-preparadas. Informação esta que contradiz Van der Waal et al., (2014), que refere não haver diferenças entre o pH de soluções pré-preparadas e diluídas.

Referenciando a presença de correlações entre os tipos de soluções e as variáveis, concentração esperada, medida e pH, nas soluções diluídas, observou-se correlação forte entre a concentração medida e o pH ($r=0,900$, $p < 0,05$), e entre a concentração esperada e a medida ($r=0,975$, $p < 0,01$), retirando-se destes valores que quando as concentrações medidas são mais elevadas existe também um elevado pH o que confirma que a pH mais elevado a concentração é mais estável, observa-se também que quanto maiores são os valores esperados maiores são os valores medidos. No que respeita às soluções esperadas, verificou-se a existência de uma forte correlação entre as concentrações esperadas e medidas ($r=0,913$, $p < 0,01$), existe também forte correlação entre o pH e a concentração esperada ($r=0,689$, $p < 0,01$) e entre o pH e a concentração medida ($r=0,542$, $p < 0,05$). Podendo desta forma concluir-se que no que respeita às soluções pré-preparadas todas as variáveis apresentam forte correlação entre si, significando portanto que quando uma é elevada as outras também têm tendência a ser elevadas.

Incidindo no local de compra, através das figuras 8, 9 e 10, é possível perceber que as concentrações esperadas para soluções de NaOCl compradas em

supermercados e lojas de materiais de medicina dentária são bastante superiores às esperadas nas compradas em farmácias, todavia quando analisados os resultados das concentrações medidas, observa-se, em concordância com Van der Waal, Connert et al., (2014), que estes são bastante inferiores aos da concentração esperada nas soluções compradas em supermercados, sendo que as restantes permanecem com semelhante concentração, ainda que as soluções compradas em farmácias apresentem maior decréscimo nos valores de concentração esperados que as compradas em lojas de materiais dentários. No que toca ao pH notam-se valores bastante mais elevados para as soluções compradas em lojas de materiais de medicina dentária e em farmácias. Apesar da possibilidade de retirar estas informações sobre as variáveis, os resultados não têm significância estatística, não havendo por isso diferenças significativas entre os diversos locais de compra.

Relativamente às correlações entre as variáveis comprova-se não haver correlação significativa entre as concentrações esperadas, medidas e o pH nas soluções compradas em supermercados. Já nas lojas de medicina dentária verifica-se uma forte correlação entre as concentrações medidas e esperadas ($r=0,975$, $p<0,01$), deduzindo-se que quanto maior a concentração esperada maior será a concentração medida. Observa-se também que existe uma forte correlação entre a concentração medida e o pH ($r=0,900$, $p<0,05$), sendo por isso o pH mais elevado quanto maior for a concentração de NaOCl medida. Por último as amostras da farmácia apresentam apenas uma forte correlação entre a concentração esperada e medida ($r=0,857$, $p<0,01$).

Finalmente relativamente à data da compra das soluções é importante mencionar que foram eliminados os grupos de 2-3 semanas e de mais de um mês, devido à presença de uma única amostra em cada um. Assim sendo, no que diz respeito aos restantes grupos pode-se através das figuras 12, 13 e 14, retirar ilações sobre as concentrações esperadas, em que eram previstas concentrações semelhantes e com ampla distribuição nos dois grupos, porém as concentrações medidas revelaram que o grupo de soluções compradas à menos de uma semana apresentou concentrações superiores às do grupo de 1-2 semanas, sendo que ambos demonstraram uma diminuição elevada da concentração. A maior diminuição da concentração no grupo de 1-2 semanas em relação ao outro grupo pode dever-se à instabilidade das soluções,

tal como descrito por Borin, (2008) e Marion & Manhães, (2012), que referem que a concentração de hipoclorito de sódio vai diminuindo com o tempo. Comparando o pH destes dois grupos, os valores são superiores nas soluções compradas à menos de uma semana.

Quanto à data de compra verifica-se, através dos resultados estatísticos obtidos, que apesar dos valores de concentração medida e pH serem inferiores no grupo de 1-2 semanas, a diferença entre os dois grupos não é significativa para as diversas variáveis ($p > 0,05$), não sendo portanto possível comprovar que esta diferença se tenha devido ao tempo de armazenamento.

CONCLUSÕES

As concentrações medidas através de titulação apresentam em quase todos os casos valores inferiores aos esperados pelos médicos dentistas aquando da execução do tratamento endodôntico. O que demonstra falta de controlo no que diz respeito à concentração de soluções que funcionam como factor essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, podendo desta forma levar a uma ineficácia do mesmo a nível da dissolução pulpar e/ou redução do conteúdo bacteriano.

Embora a concentração não seja o único factor que influencia a capacidade antibacteriana e de dissolução tecidular, por essa capacidade estar também relacionada com o tempo de contacto da solução com as paredes dentinárias, verificamos que grande parte das clínicas utiliza concentrações inferiores a 1%, valor mínimo para que ocorra dissolução de tecidos e eliminação bacteriana, sendo ainda que a maioria dessas clínicas utilizam concentrações inferiores a 0,5% demonstrando completa incapacidade antimicrobiana e de dissolução dos tecidos em tempo útil. Deste modo é importante que os médicos dentistas tenham consciência que, dado o facto das soluções de hipoclorito de sódio serem bastante instáveis, há uma grande probabilidade da solução que utilizam, apresentar uma concentração inferior à rotulada na embalagem. Assim sendo, e por se verificar que apenas concentrações superiores a 1% têm, em simultâneo, capacidade antimicrobiana e de dissolução tecidular, é aconselhada a utilização de soluções com concentrações superiores a este valor.

Respetivamente ao pH este apresenta valores médios superiores a 9, o que revela pouca influência do pH na possível instabilidade das soluções utilizadas neste estudo. Posto isto, o pH, neste caso, não contribuiu para a diminuição da concentração das soluções de hipoclorito de sódio analisadas.

Sobre os diferentes tipos de solução (diluídas ou pré-preparadas) não se verifica nenhuma diferença significativa, com exceção apenas da relação entre os valores de pH e as concentrações medidas. Significando que existe uma diferença elevada entre o

pH das concentrações medidas para as soluções diluídas (pH inferior) e pré-preparadas (pH mais elevado). Posto isto, verifica-se que as soluções pré-preparadas são mais estáveis e que por isso a perda de cloro livre e consequentemente a diminuição da sua concentração são inferiores às soluções diluídas. Concluindo assim que, dada a maior estabilidade, é mais fiável utilizar as soluções pré-preparadas.

No que diz respeito à possível influência do local de compra observa-se que as soluções adquiridas em lojas de materiais dentários apresentam menor decréscimo de concentração relativamente às adquiridas em supermercados e farmácias e verifica-se ainda que nestas soluções o pH é mais elevado que nas restantes. Desta forma podemos concluir que as soluções mais estáveis são as compradas em lojas de medicina dentária e portanto são estas as soluções que devem ser adquiridas pelos médicos dentistas por forma a maximizar a eficácia do tratamento endodôntico.

Respetivamente à data de compra verifica-se que as soluções com menos de uma semana de compra apresentam menor decréscimo de concentração, relativamente às compradas à mais de uma semana e que apresentam também valores de pH superiores. Tais factos permitem concluir que é preferível utilizar as soluções de hipoclorito de sódio no máximo até uma semana após a sua compra, por forma a que haja maior estabilidade e menor perda de teor de cloro livre. Verificando-se portanto que as soluções com mais de uma semana começam a perder a sua estabilidade e a sua eficácia.

Dada a impossibilidade de confirmar a concentração das soluções de hipoclorito de sódio aquando da sua utilização, cabe aos médicos dentistas tentar controlar todos os fatores que podem influenciar o decréscimo da concentração, armazenando as soluções no frigorífico, num frasco de vidro de cor âmbar, sem contacto com a luz e não armazenar a solução mais do que uma semana. Outra forma de utilizar uma concentração de hipoclorito de sódio suficiente contra bactérias e para dissolução de tecidos é comprar soluções com concentração superior a 1%, por forma a que mesmo com alguma diminuição da concentração, esta permaneça dentro de valores eficazes em tempo útil. No caso de preferência em utilizar soluções diluídas em consultório a

dissolução deve ser feita o mais rapidamente possível após a compra, por forma a minimizar perda de cloro livre em solução.

É importante salientar que as concentrações de hipoclorito de sódio não devem ser demasiado elevadas para que não haja risco de lesão dos tecidos circundantes aos dentes.

Pela necessidade de haver controlo da concentração das soluções de hipoclorito de sódio utilizadas para irrigação endodôntica, por esta ser uma variável fundamental para a limpeza e desinfeção do sistema de canais radiculares, mais estudos serão necessários para determinar os factores que influenciam a grande discrepância entre os valores de concentração esperados e os realmente existentes, de modo a que o clínico possa atuar segundo os protocolos descritos na literatura e considerados ideais para o sucesso do tratamento endodôntico.

BIBLIOGRAFIA

- Bergenholtz, G., Horsted-Bindslev, P., & Reit, C. (2010). *Endodontology* (2^a ed.).
- Bonsor, S. J., Nichol, R., Reid, T. M. S., & Pearson, G. J. (2006). An alternative regimen for root canal disinfection. *British Dental Journal*, 201(2), 101–105; discussion 98; quiz 120. <http://doi.org/10.1038/sj.bdj.4813819>
- Borin, G. (2008). Análise da estabilidade química da solução de hipoclorito de sódio a 1 % levando-se em consideração o local de armazenamento e a quantidade de solução presente no frasco Analysis of the chemical stability of the 1 % sodium hypochlorite solution taking in. *Revista Brasileira de Ciências Da Saúde*, 1, 2–7.
- Borin, G., Becker, A. N., & Oliveira, E. P. M. de. (2007). A história do hipoclorito de sódio e a sua importância como substância auxiliar no preparo químico mecânico de canais radiculares. *Revista de Endodontia Pesquisa E Ensino On Line*, 3(5), 1–5. Retrieved from <http://www.ufsm.br/endodontiaonline>
- Borin, G., Pandonor, E., & Oliveira, M. De. (2008). Alterações no pH e teor de cloro ativo em função da embalagem e local de armazenamento de solução de hipoclorito de sódio em. *RFO*, 13(2), 45–50.
- Boutsioukis, C., Psimma, Z., & Van der Sluis, L. W. M. (2013). Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 46(7), 599–618. <http://doi.org/10.1111/iej.12038>
- Camps, J., Pommel, L., Aubut, V., Verhille, B., Satoshi, F., Lascola, B., & About, I. (2009). Shelf life, dissolving action, and antibacterial activity of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surgery, Oral*

Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology, 108(2), e66–e73. <http://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.03.034>

Clarkson, R. M., Moule, a J., & Podlich, H. M. (2001). The shelf-life of sodium hypochlorite irrigating solutions. *Australian Dental Journal*, 46(4), 269–276. <http://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2001.tb00291.x>

Clarkson, R. M., Podlich, H. M., Savage, N. W., & Moule, a J. (2003). A survey of sodium hypochlorite use by general dental practitioners and endodontists in Australia. *Australian Dental Journal*, 48(1), 20–26.

De-Deus, G., de Berredo Pinho, M. A., Fidel, S., Souza, E., Reis, C., & Zehnder, M. (2013). Sodium Hypochlorite with Reduced Surface Tension Does Not Improve In Situ Pulp Tissue Dissolution. *Journal of Endodontics*, 39(8), 1039–1043. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.035>

Dhillon, H., Kaushik, M., & Sharma, R. (2015). Regenerative endodontics- Creating new horizons. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 1048(4), 676–685. <http://doi.org/10.1002/jbm.b.33587>

Du, T., Wang, Z., Shen, Y., Ma, J., Cao, Y., & Haapasalo, M. (2014). Effect of Long-term Exposure to Endodontic Disinfecting Solutions on Young and Old *Enterococcus faecalis* Biofilms in Dentin Canals. *Journal of Endodontics*, 40(4), 509–514.

Dumitriu, D., & Dobre, T. (2015). Effects of Temperature and Hypochlorite Concentration on the Rate of Collagen Dissolution. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2014.12.020>

Dutner, J., Mines, P., & Anderson, A. (2012). Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. *Journal of Endodontics*, 38(1), 37–40. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2011.08.013>

- Farias, M. de P., Ribeiro, A. de O., Góis, D. N. de, & Ramos, J. M. de O. (2011). Análise química e antimicrobiana das soluções de hipoclorito de sódio comercializados no município de Aracaju-SE. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria E Cirurgia Maxilofacial*, 52(1), 24–28. [http://doi.org/10.1016/S1646-2890\(11\)70006-1](http://doi.org/10.1016/S1646-2890(11)70006-1)
- Fedorowicz, Z., Nasser, M., Sequeira-Byron, P., de Souza, R. F., Carter, B., & Heft, M. (2012). Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews (Online)*, 9(9), CD008948. <http://doi.org/10.1002/14651858.CD008948.pub2>
- Fernandes, E., & Polido, M. (1997). *Apontamentos de anatomia oral*. CRICE-estudios gráficos, Lda.
- Frais, S., Ng, Y. L., & Gulabivala, K. (2001). Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 34(3), 206–215. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00371.x>
- Fukuzaki, S. (2006). Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Science*, 11(4), 147–57. <http://doi.org/10.4265/bio.11.147>
- Gandi, P., Vasireddi, S. R., Gurram, S. R., & Darasani1, K. (2013). Evaluation of the Antibacterial efficacy of Omeprazole with Sodium Hypochlorite as an Endodontic Irrigating Solution- An Invivo Study. *Journal of International Oral Health : JIOH*, 5(2), 14–20. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3768071&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Gottardi, W., & Pfeleiderer, J. (2005). Redox-iodometry: A new potentiometric method. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 382(5), 1328–1338. <http://doi.org/10.1007/s00216-005-3247-8>

- Hargreaves, K. M., & Cohen, S. (2016). *Cohen's Pathways of the Pulp*. (Elsevier, Ed.) (11^a ed.).
- Harris, D. C. (2010). *Quantitative Chemical Analysis* (eighth). Clancy Marshal.
- Iqbal, A. (2012). Antimicrobial irrigants in the endodontic therapy. *International Journal of Health Sciences*, 6(2), 186–92. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3616947&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Jeffery, G. H., Basset, J., Mendham, J., & Denney, R. C. (1992). *Análise química quantitativa - Vogel*. (LTC, Ed.) (5^a ed.).
- Jungbluth, H., Marending, M., De-Deus, G., Sener, B., & Zehnder, M. (2011). Stabilizing Sodium Hypochlorite at High pH: Effects on Soft Tissue and Dentin. *Journal of Endodontics*, 37(5), 693–695. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.019>
- Jungbluth, H., Peters, C., Peters, O., Sener, B., & Zehnder, M. (2012). Physicochemical and Pulp tissue dissolution properties of some household bleach brands compared with a dental sodium hypochlorite solution. *Journal of Endodontics*, 38(3), 372–375. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.013>
- Macedo, R. G., Herrero, N. P., Wesselink, P., Versluis, M., & Van der Sluis, L. (2014). Influence of the Dentinal Wall on the pH of Sodium Hypochlorite during Root Canal Irrigation. *Journal of Endodontics*, 40(7), 1005–1007. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2013.12.018>
- Marion, J. J. C., & Manhães, F. C. (2012). Efficiency of different concentrations of sodium hypochlorite during endodontic treatment . Literature review. *Dental Press Endodontics*, 2(4), 3–8.
- Mercade, M., Duran-Sindreu, F., Kuttler, S., Roig, M., & Durany, N. (2009). Antimicrobial efficacy of 4.2% sodium hypochlorite adjusted to pH 12, 7.5,

and 6.5 in infected human root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 107(2), 295–298.
<http://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.05.006>

Mohammadi, Zahed; Shalavi, S. (2013). Antimicrobial Activity of Sodium Hypochlorite in Endodontics. *Journal of the Massachusetts Dental Society*.

Munoz, H. R., & Camacho-Cuadra, K. (2012). In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 38(4), 445–448. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.007>

Netter, F. H. (2011). *Atlas de Anatomia humana*. (Elsevier, Ed.) (5^a ed.).

Pladisai, P., Ampornaramveth, R., & Chivatxaranukul, P. (2016). Effectiveness of different disinfection protocols on the reduction of bacteria in enterococcus faecalis biofilm in teeth with larges root canals. *Journal of Endodontics*, 42(3), 526.

Poggio, C., Arciola, C. R., Dagna, A., Chiesa, M., Sforza, D., & Visai, L. (2010). Antimicrobial activity of sodium hypochlorite-based irrigating solutions. *International Journal of Artificial Organs*, 33(9), 654–659.

Ribeiro, et al. (2010). Hipoclorito de sódio na endodontia. *Brazilian Dental Journal*, 54–62.

Rossi-Fedele, G., Guastalli, A. R., Doramaci, E. J., Steier, L., & de Figueiredo, J. A. P. (2011). Influence of pH changes on chlorine-containing endodontic irrigating solutions. *International Endodontic Journal*, 44(9), 792–799.
<http://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01911.x>

Salles, M. M., Oliveira, V. de C., Souza, R. F., Silva, C. H. L., & Paranhos, H. de F. O. (2015). Antimicrobial action of sodium hypochlorite and castor oil solutions for denture cleaning - in vitro evaluation. *Brazilian Oral*

Research, 29(1), 1–6. <http://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0104>

Skoog, D., West, D., Holler, F. J., & Crouch, S. (2004). *Fundamentals of analytical chemistry*.

Stojicic, S., Qian, W., Zhang, H., Haapasalo, M., & Zivkovic, S. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: Effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2010.06.021>

Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., & Haapasalo, M. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: Effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of Endodontics*, 36(9), 1558–1562. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2010.06.021>

Torabinejad, M., & Walton, R. (1996). *Principles and practice of endodontics* (2^a ed.). Philadelphia.

Uzunoglu, E., Yilmaz, Z., Erdogan, O., & Gorduysus, M. (2016). Final Irrigation Regimens Affect Fracture Resistance Values of Root-filled Teeth. *Journal of Endodontics*, 42, 525.

Van der Waal, S. V., Van Dusseldorp, N. E., & de Soet, J. J. (2014). An evaluation of the accuracy of labeling of percent sodium hypochlorite on various commercial and professional sources: is sodium hypochlorite from these sources equally suitable for endodontic irrigation? *Journal of Endodontics*, 40(12), 2049–52. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.021>

Van der Waal, S., Connert, T., Laheij, A., de Soet, J., & Wesselink, P. (2014). Free available chlorine concentration in sodium hypochlorite solutions obtained from dental practices and intended for endodontic irrigation: are the expectations true? *Quintessence International*, 45(6), 467–74. <http://doi.org/10.3290/j.qi.a31805>

- Vouzara, T., Koulaouzidou, E., Ziouti, F., & Economides, N. (2015). Combined and independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid and chlorhexidine. *International Endodontic Journal*, n/a–n/a. <http://doi.org/10.1111/iej.12517>
- Yetter, G., & Capaccioli, K. (2010). Differences in responses to Web and paper surveys among school professionals. *Behavior Research Methods*, 42(1), 266–272. <http://doi.org/http://doi.org/10.3758/BRMNo>

DATA RECOLHA DA AMOSTRA / /

4

☐ Outras

☐ Diluição em consultório (líxivia diluída, etc.)

Concentração original

☐ Annual

Outro

8 Mais de um
mês

Onde foi comprado?

☐

Casas de material dentário

☐

Farmácia

☐

Supermercado/Drogaria

ANEXO B

Cálculos efetuados para a determinação da concentração de hipoclorito de sódio a partir do volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação:

Concentração esperada de hipoclorito de sódio – 5,25%

Para um volume de tiosulfato gasto – 25,85 mL

Com uma concentração de tiosulfato – 0,0991

Diluição da solução de hipoclorito de sódio 10 vezes.

Massa molar NaOCl = 74,44 g/mol

$$N^{\circ} \text{ de moles de } OCl^{-} = \frac{25,85 \times 10^{-3} \times 0,0991}{2} \text{ pela estequiometria da reação 6.}$$

$$N^{\circ} \text{ de moles de } OCl^{-} = 0,0013 \text{ moles}$$

$$\text{Concentração de } OCl^{-} = \frac{0,0013}{0,02}$$

$$\text{Concentração de } OCl^{-} = 0,0640 \text{ M}$$

$$\text{Concentração de } OCl^{-} = 0,0640 \times 10$$

$$\text{Concentração de } OCl^{-} = 0,64 \text{ M}$$

$$\text{Massa de } OCl^{-} = 0,64 \times 74,44$$

$$\text{Massa de } OCl^{-} \text{ num litro de solução} = 47,67 \text{ g}$$

$$\% m/v = \frac{47,67}{1000} \times 100$$

$$\% m/v = 4,767 \%$$